



PHASE 4 DE L'ÉTUDE SUR LA SÉROPRÉVALENCE DES ANTICORPS DIRIGÉS CONTRE LE SRAS-COV-2 AU QUÉBEC

Table des matières

Liste des figures	2
Liste des tableaux	2
Introduction	3
Méthode de la phase 4	5
<i>Source de données et donneurs</i>	5
<i>Devis de l'étude</i>	5
<i>ELISA anti-N — approche par ratio</i>	5
<i>Analyses statistiques</i>	6
Résultats	6
<i>Caractéristiques des donneurs</i>	6
<i>Séroprévalences stratifiées par régions sociosanitaires</i>	9
<i>Séroprévalences stratifiées par groupe d'âge</i>	14
Limitations	20
Conclusion	20
Références	22
Approbateurs	24

Liste des figures

Figure 1. Séroprévalences pondérées lors des phases 1-3, et incidence cumulative des cas d'infection confirmés par PCR rapportée par la santé publique ¹	4
Figure 2. Séroprévalences pondérées aux trois périodes de collecte évaluées ¹	8
Figure 3. Séroprévalence observée du 16 au 18 mars 2022, stratifiée par région, indice de défavorisation matérielle et indice de défavorisation sociale ¹	18
Figure 4. Évolution de la séroprévalence selon les trois temps d'échantillonnage de la phase 4 et incidence cumulative des cas d'infection confirmés par PCR rapportée par la santé publique.	21

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques des donneurs stratifiées par mois de prélèvement (c.-à-d., point de prévalence).....	6
Tableau 2. Séroprévalence anti-N stratifiée par région (approche conventionnelle)	10
Tableau 3. Séroprévalence anti-N stratifiée par région (approche par ratio)	12
Tableau 4. Séroprévalence anti-N stratifiée par région et groupe d'âge (approche conventionnelle).....	15
Tableau 5. Séroprévalence anti-N stratifiée par région et groupe d'âge (approche par ratio).....	16
Tableau 6. Séroprévalences avec l'approche conventionnelle et l'approche par ratio du 16-17 mars 2022, stratifiées par indice de défavorisation matérielle et sociale ¹	17

Introduction

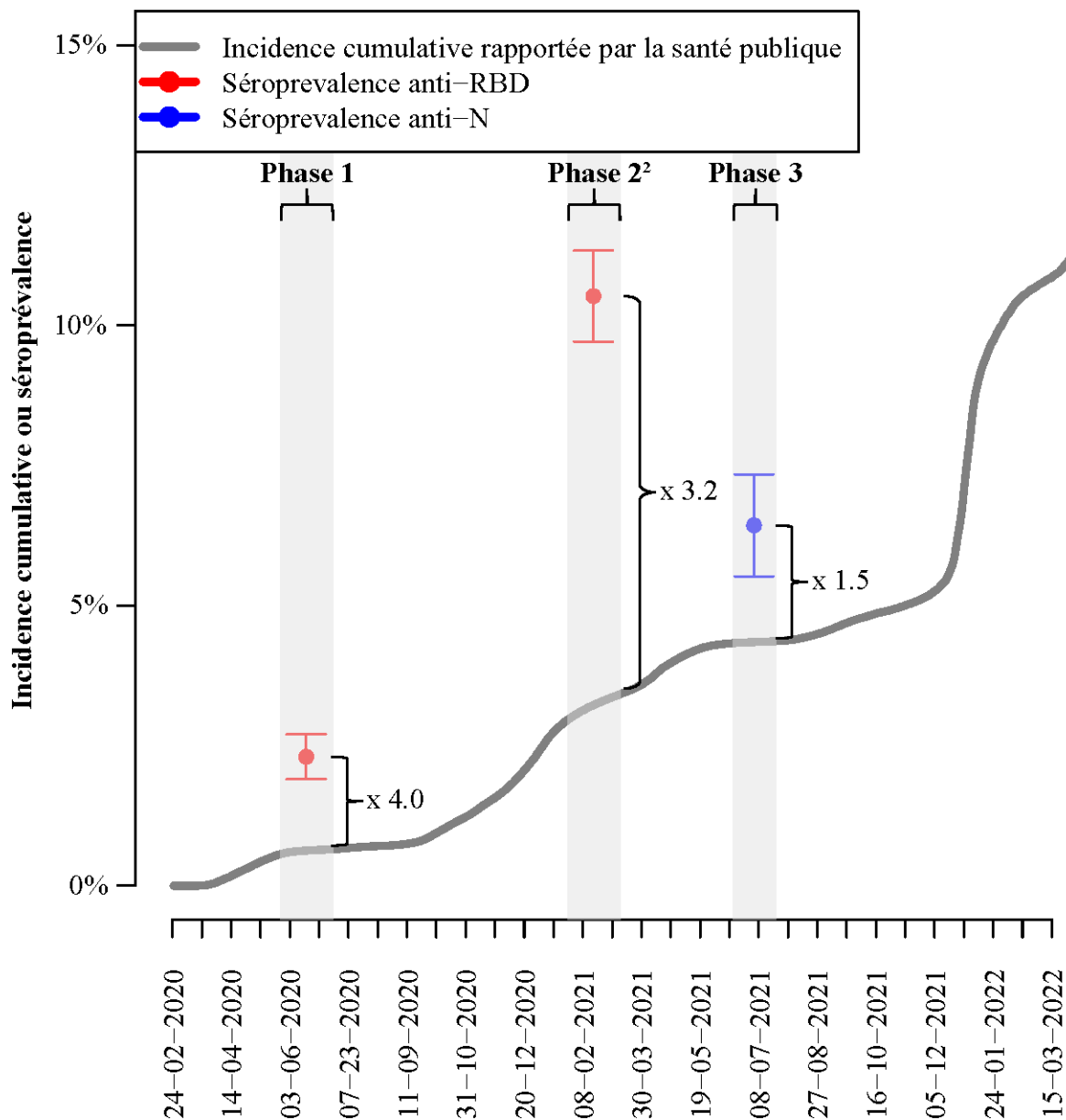
Cette phase 4 de l'étude de séroprévalence du SRAS-CoV-2 vise à documenter la séroprévalence des anticorps dirigés contre le SRAS-CoV-2 dans la population québécoise lors de la 5^e vague causée par le variant B.1.1.529 (Omicron). Ce variant a été détecté pour la première fois le 25 novembre 2021 en Afrique du Sud. Il a été qualifié de préoccupant par l'Organisation mondiale de la Santé le 26 novembre 2021 parce qu'il semblait associé à une augmentation de la transmissibilité et un échappement immunitaire. Dans la population québécoise, le variant Omicron BA.1 a été la souche dominante qui a circulé de décembre 2021 à mars 2022 et a ensuite été suivi par la sous-lignée BA.2.¹

Lors de la phase 1 réalisée entre mai et juillet 2020 (c.-à-d., après la 1^{re} vague de la pandémie de COVID-19), la séroprévalence pondérée des anticorps ciblant le domaine de liaison au récepteur (*receptor binding domain* [RBD]) de la protéine spike (S) avait été estimée à 2,23% (intervalle de confiance [IC] 95%=1,90%–2,56%; [Figure 1](#)).² Lors de la phase 2 réalisée entre janvier et mars 2021 (c.-à-d., après le pic de la 2^e vague), la séroprévalence pondérée anti-RBD avait été estimée à 10,52% (IC 95%=9,71%–11,33%; [Figure 1](#)) dans la population non vaccinée et à 14,72% (IC 95%=13,81%–15,63%) dans la population générale de l'étude.³ Lors de la phase 3 réalisée entre juin et juillet 2021 (c.-à-d., après la 3^e vague et alors qu'une grande partie de la population adulte avait reçu au moins une dose de vaccin), la séroprévalence pondérée anti-RBD avait été estimée à 89,61% (IC 95%= 88,48%–90,75%) et la séroprévalence pondérée anti-nucléocapside (N) à 6,43% (IC 95%=5,52%–7,34%; [Figure 1](#)).⁴

L'immunogène utilisé dans les vaccins actuels est la protéine S. En évaluant à la fois la séroprévalence anti-N et anti-RBD (S), la phase 3 devait donc renseigner sur l'immunité induite par l'infection et celle induite par la vaccination. La séroprévalence pondérée anti-RBD >80% observée dans la phase 3 était cohérente avec les progrès dans la campagne de vaccination. Cependant, la séroprévalence anti-N paraissait largement sous-estimée, n'étant pas compatible avec la séroprévalence anti-RBD observée lors de la phase 2 ([Figure 1](#)). Le phénomène de séroréversion — soit une diminution des niveaux d'anti-N et une perte de séropositivité avec le temps — ou une trop faible induction de la réponse primaire anti-N (n'atteignant pas le seuil de séropositivité) chez les personnes vaccinées pourraient expliquer ces discordances.

Ce document présente les résultats de la phase 4 de l'étude, qui a évalué la séroprévalence aux mois de janvier 2022, février 2022 et mars 2022. Cette étude a été réalisée par Héma-Québec grâce au soutien financier du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) du Québec. Ce projet a également été soutenu par un financement de l'Agence de la santé publique du Canada, par le biais du Groupe de référence sur la surveillance des vaccins et le Groupe de travail sur l'immunité face à la COVID-19 pour réaliser les prélèvements d'échantillons inclus dans l'étude. Les opinions exprimées dans le présent rapport ne reflètent pas nécessairement celles de l'Agence de la santé publique du Canada ni celles du MSSS.

Figure 1. Séroprévalences pondérées lors des phases 1-3, et incidence cumulative des cas d'infection confirmés par PCR rapportée par la santé publique¹



Note :

1. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance 95%; les zones ombragées représentent les périodes durant lesquelles les échantillons ont été récoltés
2. Séroprévalence dans la population non vaccinée

Méthode de la phase 4

Source de données et donneurs

Les échantillons ont été prélevés auprès de donneurs de plasma résidant dans 12 des 18 régions sociosanitaires (RSS) du Québec. Tous les donneurs de plasma dont les échantillons ont été analysés pour la présence d'anti-SRAS-CoV-2 ont consenti à participer à l'étude. Ils sont tous des participants au projet de la Biobanque PLASCOV.⁵ Comme pour les phases 1, 2 et 3 de l'étude, les donneurs présentant des symptômes de la COVID-19 dans les 14 jours précédant leur don et les mineurs (<18 ans) étaient exclus, ceux-ci n'étant pas éligibles au don régulier de plasma. Héma-Québec a obtenu le statut de vaccination (incluant la ou les date[s] de vaccination et le type de vaccin) des participants à partir du système d'information-protection en maladies infectieuses (SI-PMI) et les données d'infection du système de trajectoire de santé publique (TSP) provenant du MSSS du Québec.

Devis de l'étude

Des échantillons provenant de dons de plasma réguliers collectés durant les trois périodes suivantes : du 17 au 18 janvier 2022, du 14 au 15 février 2022, et du 16 au 18 mars 2022 ont été utilisés pour cette étude. La séroprévalence a été évaluée séparément pour chacune de ces périodes de prélèvement.

ELISA anti-N — approche conventionnelle

Pour cette phase 4 de l'étude, les analyses ont été effectuées à l'aide d'un test ELISA anti-nucléocapside (N) (également utilisé dans la phase 3 de l'étude) puisque ces anticorps sont présents uniquement chez les personnes ayant été infectés par le SRAS-CoV-2. Ce test est semblable à l'ELISA anti-RBD utilisé lors des phases précédentes de l'étude, sauf pour les éléments suivants : (1) une forme recombinante de la protéine N (et non le RBD) a été adsorbée aux plaques; et (2) le seuil de séropositivité de l'essai a été fixé à une absorbance (densité optique) de 0,350. À ce seuil, identifié à l'aide d'une régression logistique et d'une courbe ROC, l'essai a une sensibilité de 98,1% et une spécificité de 98,5% établies chez un groupe d'individus négatif (n=66) et un groupe non vacciné ayant précédemment contracté le SRAS-CoV-2 (n=52) (c.-à-d., infection confirmée par PCR). Cependant, lors de la phase 3 de l'étude de séroprévalence, nous nous sommes aperçus que cette sensibilité et spécificité n'était peut-être pas transposable dans notre étude populationnelle de séroprévalence voulant estimer des infections qui peuvent être asymptomatiques. La principale raison de cette discordance est l'effet d'atténuation de la réponse immunitaire humorale anti-N chez les personnes ayant été préalablement soumis à la vaccination et qui font l'infection. Un autre facteur pouvant diminuer la sensibilité des anti-N à établir une séroprévalence cumulée depuis le début de la pandémie est celui de la séroréversion de la réponse anti-N dans un délai plus court comparativement à la réponse anti-RBD.

ELISA anti-N — approche par ratio

Pour pallier le déficit de sensibilité de l'approche conventionnelle, une nouvelle méthode de calcul a été développée (« approche par ratio »). Cette méthode, qui permet une évaluation du taux d'infection sur une période de temps donné plutôt que cumulative depuis le début de la pandémie, nécessite deux échantillons longitudinaux pour un même individu. Dans le cas de la vague Omicron, il s'agit d'un échantillon récolté avant l'arrivée d'Omicron (c.-à-d., avant, mais le plus près possible du 15 décembre 2021), et un récolté lors des dates des points de prévalence déterminés. Un ratio est ensuite calculé entre l'absorbance (résultat du test anti-N) post- et pré-Omicron. À noter que les valeurs d'absorbance inférieures à 0,100 pour les échantillons correspondant aux points de prévalence

déterminés (soit janvier, février ou mars) sont considérées comme du bruit de fond; dans ces cas, un calcul du ratio n'a pas été effectué.

Nous avons testé cette approche parmi 178 personnes (dont 2 non vaccinés) donnant fréquemment du plasma et ayant contracté le SRAS-CoV-2 durant la vague Omicron, soit après le 15 décembre 2021, avec confirmation par PCR selon les informations contenues dans le registre provincial (TSP). En utilisant le seuil de séropositivité de 0,350 (c.-à-d., comme dans l'approche conventionnelle), seulement 64,6% de ces donneurs étaient séropositifs. En utilisant plutôt comme seuil de séropositivité un ratio anti-N >1,5, on observe que 94,9% des donneurs étaient séropositifs. Cette nouvelle méthode permet donc de déterminer plus fidèlement la proportion d'individus avec un historique (récent) d'infection durant une plage d'observation prédéterminée. Ces résultats montrent également que chez environ 30% des individus vaccinés, une infection récente ne provoquera pas de hausse d'anti-N suffisamment marquée pour passer d'un statut séronégatif à un statut séropositif, mettant ainsi en évidence une limitation de l'utilisation de la sérologie anti-N pour l'évaluation de la prévalence de l'infection au SRAS-CoV-2 depuis le début de la pandémie.

Analyses statistiques

Des moyennes et écarts types ont été rapportés pour les variables continues, et des proportions ont été rapportées pour les variables discrètes. Les séroprévalences anti-N ont été pondérées en fonction de l'âge et du sexe de la population québécoise, et en fonction du poids démographique des régions sociosanitaires (RSS) du Québec.

Résultats

Caractéristiques des donneurs

Au total, 568 échantillons ont été prélevés du 17 au 18 janvier 2022, 496 du 14 au 15 février 2022, et 554 du 16 au 18 mars 2022. Deux cent trente-sept donneurs ont donné des échantillons à la fois entre les 17-18 janvier 2022 et entre les 14-15 février 2022. Par la suite, nous nous sommes assurés que tous les échantillons de mars soient issus de donneurs n'ayant pas donné en janvier ni en février. Pour les trois périodes de collecte, la proportion d'hommes était plus élevée que celle de femmes, et les donneurs de la grande région de Montréal et ceinture étaient sous-représentés ([Tableau 1](#)). La quasi-totalité des donneurs de plasma étaient caucasiens; peu d'entre eux se retrouvaient dans le 5^e quintile (Q5; c.-à-d., le plus défavorisé) des indices de défavorisation matérielle et sociale.

Tableau 1. Caractéristiques des donneurs stratifiées par point de prévalence

	17-18 janvier 2022 N=568	14-15 février 2022 N=496	16 au 18 mars 2022 N=554
Age, moyenne \pm SD	53 \pm 17	56 \pm 16	54 \pm 15
Femmes, n (%)	211 (37,5)	166 (33,47)	153 (27,47)
Montréal et ceinture, n (%)	59 (10,39)	48 (9,68)	77 (13,90)
Caucasiens, n (%)	549 (96,65)	484 (97,58)	541 (97,13)
Défavorisation matérielle (Q5) ^{1,2} , n (%)	41 (7,51)	44 (9,32)	50 (9,14)
Défavorisation sociale (Q5) ^{1,2} , n (%)	90 (16,48)	79 (16,74)	107 (19,56)
Infection confirmée par PCR depuis le début de la pandémie, n (%)	32 (5,6)	34 (6,85)	49 (8,91)

Abréviations : PCR = *polymerase chain reaction*; Q = quintile; SD = écart type



Notes :

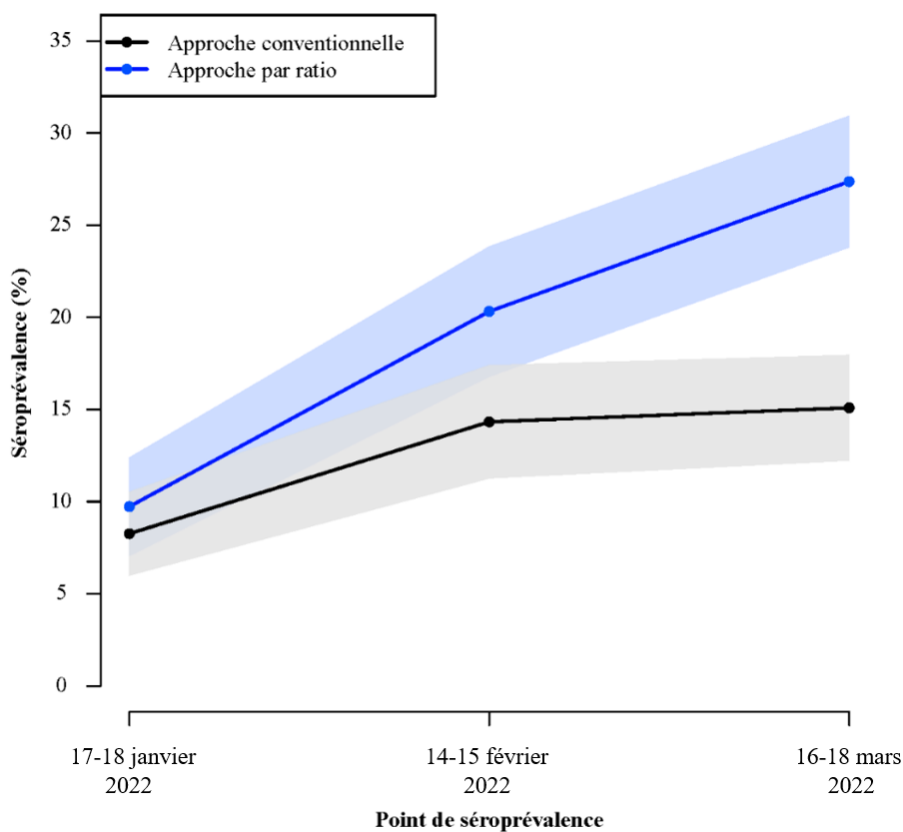
1. Données manquantes pour 31 donneurs en janvier, 33 en février et 16 en mars.
2. Indice de défavorisation matérielle du Québec basée sur le code postal à 6 caractères. La distribution de l'indice a été fragmentée en quintiles (Q ; groupes de 20 %), permettant ainsi de distinguer la population du Québec selon son niveau de défavorisation, du groupe le moins défavorisé (Q1) au plus défavorisé (Q5). Les quintiles de défavorisation matérielle et de défavorisation sociale peuvent être considérés séparément, ou conjointement. Ces quintiles traduisent des variations socioéconomiques importantes. Dans l'ensemble du Québec, à chaque année de production de l'indice, la défavorisation matérielle est associée avec des revenus plus faibles, une scolarité moindre, des taux d'emploi plus faibles et une plus forte proportion de personnes veuves, séparées ou divorcées et de familles monoparentales

Séroprévalences observées

Avec l'approche conventionnelle (ELISA anti-N avec seuil de positivité à 0,350), 43 (7,57%) donneurs étaient considérés séropositifs les 17-18 janvier 2022, 69 (13,91%) l'étaient les 14-15 février 2022, et 84 (15,16%) l'étaient du 16 au 18 mars 2022 ([Tableau 2](#)). À noter qu'il ne s'agit pas uniquement d'infections récentes (i.e. durant la vague Omicron) mais pouvait aussi refléter des infections plus lointaines puisque certains donneurs infectés plusieurs mois auparavant étaient toujours séropositifs pour l'anti-N. Après pondération en fonction de l'âge, du sexe et de la région sociosanitaire (RSS), la séroprévalence était de 8,26% (IC 95%=6,00%–10,52%) les 17-18 janvier 2022, 14,33% (IC 95%=11,27%–17,40%) les 14-15 février 2022, et 15,09% (IC 95%=12,23%–17,95%) du 16- au 18 mars 2022 ([Tableau 2](#) et [Figure 2](#)).

Avec l'approche par ratio (séropositivité avec ratio anti-N >1,5), 39 (7,72%) donneurs étaient séropositifs les 17-18 janvier 2022, 90 (18,15%) l'étaient les 14-15 février 2022, et 137 (24,60%) l'étaient du 16 au 18 mars 2022 ([Tableau 3](#)). Après pondération en fonction de l'âge, du sexe et de la RSS, la séroprévalence était de 9,73% (IC 95%=7,08%–12,38%) du 17-18 janvier 2022, 20,32% (IC 95%=16,80%–23,84%) du 14-15 février 2022, et 27,37% (IC 95%=23,80%–30,93%) du 16 au 18 mars 2022 ([Tableau 3](#) et [Figure 2](#)).

Figure 2. Séroprévalences pondérées aux trois périodes de collecte évaluées¹



Note :

1. Les zones ombragées correspondent aux intervalles de confiance 95%

Séroprévalences stratifiées par régions sociosanitaires

Avec l'approche conventionnelle, Montréal et sa ceinture affichait une séroprévalence pondérée de 8,83% (IC 95%= 3,60% – 14,05%) les 17-18 janvier 2022, de 13,19 % (IC 95%= 6,23% – 20,14%) les 14-15 février 2022, et de 17,22% (IC 95%= 11,16% – 23,29%) du 16 au 18 mars 2022 ([Tableau 2](#)). Les autres régions affichaient une tendance similaire sauf en mars où la séroprévalence était de 14,39% (IC 95%= 11,15% – 17,62%) pour les autres régions comparativement à 17,22% (IC 95%=11,16% – 23,29%) pour Montréal et ceinture.

Avec l'approche par ratio, Montréal et sa ceinture affichait une séroprévalence pondérée de 13,75% (IC 95%=6,52% – 20,97%) les 17-18 janvier 2022, de 21,98% (IC 95%=13,47% – 30,49%) les 14-15 février 2022 et de 36,36% (IC 95%=25,62% – 47,11%) du 16 au 18 mars 2022 ([Tableau 3](#)). Les autres régions affichaient une tendance similaire avec des taux inférieurs surtout en mars, s'établissant à 24,24% (IC 95%= 20,29–28,19) comparativement à 36,36% (IC 95%= 25,62 – 47,11) pour Montréal et sa ceinture.

Tableau 2. Séroprévalence anti-N stratifiée par région (approche conventionnelle)

	17-18 janvier 2022		14-15 février 2022		16 au 18 mars 2022	
	n/N	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	n/N	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	n/N	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)
Région sociosanitaire						
01-Bas-Saint-Laurent	0/2	-	0/1	-	0/1	-
02-Saguenay–Lac-Saint-Jean	7/109	6,71 (1,03–12,39)	11/94	9,36 (2,23–16,49)	14/93	17,26 (8,02–26,50)
03-Capitale-Nationale	7/92	9,25 (4,03–14,46)	16/86	17,86 (10,53–25,20)	8/67	10,23 (4,06–16,40)
04-Mauricie et Centre-du-Québec	5/77	5,70 (0,00–11,60)	12/70	19,28 (8,13–30,42)	17/92	22,05 (11,48–32,63)
05-Estrie	3/119	2,31 (0,00–5,70)	9/83	13,70 (5,31–22,09)	13/83	15,04 (5,89–24,19)
06-Montréal	1/30	3,30 (0,00–7,88)	3/13	23,08 (6,88–39,27)	5/37	10,51 (5,72–21,30)
07-Outaouais	11/78	10,21 (3,14–17,29)	10/77	12,52 (4,65–20,40)	13/90	14,37 (6,38–22,35)
08-Abitibi-Témiscamingue	-	-	-	-	-	-
09-Côte-Nord	-	-	-	-	-	-
10-Nord-du-Québec	-	-	-	-	-	-
11-Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	-	-	-	-	0/1	-
12-Chaudière-Appalaches	5/23	23,62 (9,88–37,35)	4/25	18,44 (5,73–31,16)	2/23	9,58 (0,65–18,51)
13-Laval	1/8	12,67 (0,00–29,08)	1/8	12,67 (0,00–29,08)	2/15	15,35 (1,51–29,18)
14-Lanaudière	-	-	0/5	-	2/9	21,61 (2,08–41,14)
15-Laurentides	0/7	-	1/6	22,22 (0,00–49,38)	1/7	14,29 (0,00–42,81)
16-Montérégie	3/22	14,12 (3,65–24,59)	2/28	7,42 (0,42–14,41)	7/39	18,30 (9,64–26,97)
17-Nunavik	0/1	-	-	-	-	-
18-Terres Cries de la Baie-James	-	-	-	-	-	-
Grande région						
Montréal et ceinture ²	5/59	8,83 (3,60 – 14,05)	6/48	13,19 (6,23 – 20,14)	13/77	17,22 (11,16 – 23,29)
Autres régions ³	38/509	8,12 (5,61–10,63)	63/448	14,59 (11,17–18,00)	71/480	14,39 (11,15–17,62)
Total	43/568	8,26 (6,00–10,52)	69/496	14,33 (11,27 – 17,40)	84/554	15,09 (12,23–17,95)

Abréviations : IC = intervalle de confiance

Notes :

1. Pondérée en fonction des région sociosanitaire (RSS), et de la répartition selon le sexe et l'âge dans chaque RSS (recensement 2011)
2. Montréal, Laval et la ceinture de Montréal qui comprend la région de Lanaudière, les RLS de Deux-Montagnes – Mirabel Sud, de la Rivière-du-Nord – Mirabel-Nord et celui de Thérèse-De Blainville de la région des Laurentides, les RLS de Champlain et de Pierre-Boucher de la Montérégie



3. Les autres régions comprennent les autres RLS des Laurentides, les autres RLS de la Montérégie et les RSS du Bas-Saint-Laurent, Saguenay-Lac-Saint-Jean, Capitale-Nationale, Mauricie et Centre-du-Québec, Estrie, Outaouais, Abitibi-Témiscamingue, Côte-Nord, Nord-du-Québec, Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, Chaudière-Appalaches, Nunavik, Terres Cries de la Baie James

Tableau 3. Séroprévalence anti-N stratifiée par région (approche par ratio)

	17-18 janvier 2022		14-15 février 2022		16 au 18 mars 2022	
	n/N	Séroprévalence (%), ^{1,2} (IC 95%)	n/N	Séroprévalence (%), ^{1,2} (IC 95%)	n/N	Séroprévalence (%), ^{1,2} (IC 95%)
Région sociosanitaire						
01-Bas-Saint-Laurent	0/2	-	0/1	-	0/1	-
02-Saguenay-Lac-Saint-Jean	2/101	3,73 (0,00–8,26)	16/94	17,94 (8,55–27,34)	23/93	29,54 (18,38–40,69)
03-Capitale-Nationale	6/77	8,95 (3,28–14,63)	14/86	18,37 (10,96–25,79)	9/67	13,16 (6,28–20,04)
04-Mauricie et Centre-du-Québec	5/72	9,06 (1,24–16,87)	16/70	25,28 (13,00–37,56)	22/92	27,49 (16,10–38,87)
05-Estrie	8/107	6,63 (0,70–12,56)	15/83	20,31 (10,49–30,12)	20/83	24,11 (13,16–35,06)
06-Montréal	0/21	-	4/13	30,77 (13,03–48,51)	14/37	37,84 (26,79–48,89)
07-Outaouais	7/73	7,07 (0,74–13,40)	13/77	20,55 (10,94–30,16)	19/90	24,27 (14,51–34,02)
08-Abitibi-Témiscamingue	-	-	-	-	-	-
09-Côte-Nord	-	-	-	-	-	-
10-Nord-du-Québec	-	-	-	-	-	-
11-Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	-	-	-	-	0/1	-
12-Chaudière-Appalaches	5/20	32,52 (15,96–49,08)	4/25	22,38 (8,72–36,04)	7/23	28,94 (15,19–42,70)
13-Laval	2/7	29,02 (5,06–52,98)	2/8	25,34 (3,88–46,80)	3/15	20,18 (4,78–35,59)
14-Lanaudière	-	-	1/5	20,00 (0,00–44,79)	5/9	56,79 (33,28–80,29)
15-Laurentides	1/6	22,22 (0,00–49,38)	2/6	44,44 (11,98–76,91)	4/7	57,14 (31,22–83,07)
16-Montérégie	3/18	17,39 (4,74–30,04)	3/28	11,12 (2,73–19,51)	11/39	28,76 (18,62–38,90)
17-Nunavik	0/1	-	-	-	-	-
18-Terres Cries de la Baie-James	-	-	-	-	-	-
Grande région						
Montréal et Ceinture ³	6/46	13,75 (6,52 – 20,97)	10/48	21,98 (13,47 – 30,49)	28/77	36,36 (25,62 – 47,11)
Autres régions ⁴	33/459	8,84 (6,04–11,64)	80/448	19,95 (16,09–23,81)	109/480	24,24 (20,29–28,19)
Total	39/466	9,73 (7,08–12,38)	90/496	20,32 (16,80–23,84)	137/557	27,37 (23,80–30,93)

Abréviations : IC = intervalle de confiance

Notes :

1. Pondérée en fonction des RSS, et de la répartition selon le sexe et l'âge dans chaque RSS (recensement 2011)
2. Un ratio anti-N $\geq 1,5$ est considéré comme une infection récente. Les échantillons ayant eu une DO anti-N $< 0,10$ sont directement identifiés comme étant des échantillons négatifs
3. Montréal, Laval et la ceinture de Montréal qui comprend la région de Lanaudière, les RLS de Deux-Montagnes – Mirabel Sud, de la Rivière-du-Nord – Mirabel-Nord et celui de Thérèse-De Blainville de la région des Laurentides, les RLS de Champlain et de Pierre-Boucher de la Montérégie



4. Les autres régions comprennent les autres RLS des Laurentides, les autres RLS de la Montérégie et les RSS du Bas-Saint-Laurent, Saguenay-Lac-Saint-Jean, Capitale-Nationale, Mauricie et Centre-du-Québec, Estrie, Outaouais, Abitibi-Témiscamingue, Côte-Nord, Nord-du-Québec, Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, Chaudière-Appalaches, Nunavik, Terres Cries de la Baie James

Séroprévalences stratifiées par groupe d'âge

Avec l'approche conventionnelle, au mois de mars, les donneurs les plus âgés (40-59 ans et 60 ans et plus) affichaient une séroprévalence pondérée plus élevée que les donneurs les plus jeunes (18-24 ans et 25-39 ans), 16,10 (IC 95%= 11,28% – 20,91%) et 16,34% (IC 95%=11,46% – 21,21%) contre 6,10% [IC 95%=0,00% – 12,99%] et 14,33% (IC 95%=7,78% – 20,87%) respectivement (**Tableau 4**). Lorsqu'on considère les mois de janvier, février et mars pour chaque groupe d'âge, on constate que la séroprévalence était très basse pour les 18-24 en janvier et qu'elle a fluctué à la hausse en février pour ensuite baisser en mars. Le petit échantillonnage dans ce groupe d'âge explique probablement ces variations. Pour les 25-39, la séroprévalence s'est maintenue à un même niveau durant les 3 mois, alors qu'une augmentation marquée a été observée en février pour les 40-59 ans, suivi d'une stabilisation. Finalement, pour les 60+, on observe une augmentation graduelle de la séroprévalence au cours des 3 mois.

Avec l'approche par ratio, au mois de mars, la séroprévalence pondérée diminuait à mesure que l'âge des donneurs augmentait, passant de 40,25% (IC 95%=26,11% – 54,38%) pour les 18-24 ans à 18,73% (IC 95%=13,59% – 23,88%) pour les 60 ans et plus (**Tableau 5**). Cette tendance est similaire pour les mois de janvier et février. Le groupe 60+ est celui pour qui la plus grande hausse de séroprévalence a été observée entre janvier et mars (2,82 vs 18,73, soit une augmentation de 6,6 fois).

Tableau 4. Séroprévalence anti-N stratifiée par région et groupe d'âge (approche conventionnelle)

JANVIER	18-24 ans		25-39 ans		40-59 ans		60+ ans	
	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)
Grande région								
Montréal-ceinture ²	1/6	16.67 (0.00 – 37.75)	2/11	18.18 (2.06 – 34.30)	1/19	5.26 (0.00 – 12.36)	1/23	4.84 (0.00 – 11.39)
Autres	0/47	-	9/80	14.55 (7.46 – 21.64)	9/136	7.49 (3.32 – 11.65)	20/246	7.88 (3.53 – 12.24)
Total	1/53	2.81 (0.00 -6.65)	11/91	15.87 (8.72 – 21.74)	10/155	7.05 (3.42 – 10.67)	21/269	7.22 (3.52 – 10.91)
FÉVIER	18-24 ans		25-39 ans		40-59 ans		60+ ans	
	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)
Grande région								
Montréal-ceinture ²	1/6	16.67 (0.00 – 37.75)	1/4	25.00 (0.00 – 55.01)	2/14	14.29 (1.32 – 27.25)	2/24	9.30 (4.43 – 17.98)
Autres	6/26	18.50 (6.41 – 30.60)	8/58	13.68 (6.58 – 20.78)	18/106	18.40 (11.52 – 25.29)	31/258	11.22 (6.32 – 16.11)
Total	7/32	18.08 (7.58 – 28.57)	9/62	14.61 (7.61 – 21.60)	20/120	17.63 (11.53 – 23.74)	33/282	10.81 (6.53 – 15.08)
MARS	18-24 ans		25-39 ans		40-59 ans		60+ ans	
	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)
Grande région								
Montréal-ceinture ²	1/7	14.29 (0.00 – 32.62)	2/13	15.38 (1.52 – 29.25)	4/28	14.32 (5.14 – 23.51)	6/29	21.94 (10.82 – 33.05)
Autres	1/25	2.54 (0.00 – 7.98)	10/69	14.00 (6.58 – 21.42)	27/159	16.68 (11.05 – 22.32)	33/227	14.56 (9.22 – 19.89)
Total	2/32	6.10 (0.00 – 12.99)	12/82	14.33 (7.78 – 20.87)	31/187	16.10 (11.28 – 20.91)	39/256	16.34 (11.46 – 21.21)

Notes :

1. Pondérée en fonction des RSS, et de la répartition selon le sexe et l'âge dans chaque RSS (recensement 2011)
2. Montréal, Laval et la ceinture de Montréal qui comprend la région de Lanaudière, les RLS de Deux-Montagnes – Mirabel Sud, de la Rivière-du-Nord – Mirabel-Nord et celui de Thérèse-De Blainville de la région des Laurentides, les RLS de Champlain et de Pierre-Boucher de la Montérégie

Tableau 5. Séroprévalence anti-N stratifiée par région et groupe d'âge (approche par ratio)

<u>JANVIER</u>	18-24 ans		25-39 ans		40-59 ans		60+ ans	
	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)
Grande région								
Montréal-ceinture ²	1/6	16.67 (0.00 – 37.75)	2/6	33.33 (6.66 – 60.01)	3/17	17.65 (4.83 – 30.46)	0/17	-
Autres	5/38	14.07 (4.13 – 24.00)	9/73	13.77 (6.47 – 21.07)	10/117	9.26 (4.24 – 14.29)	9/231	3.44 (0.35 – 6.53)
Total	6/44	14.59 (5.59 – 23.60)	11/79	16.17 (8.87 – 23.48)	13/134	11.02 (6.20 – 15.85)	9/248	2.82 (0.28 – 5.36)

<u>FÉVIER</u>	18-24 ans		25-39 ans		40-59 ans		60+ ans	
	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)
Grande région								
Montréal-ceinture ²	1/6	16.67 (0.00 – 37.75)	2/4	50.00 (15.35 – 84.65)	5/14	35.71 (17.97 – 53.46)	2/24	9.30 (0.62 – 17.98)
Autres	9/26	31.06 (16.65 – 45.47)	16/58	24.64 (15.74 – 33.55)	26/106	23.80 (16.24 – 31.36)	29/258	11.62 (6.65 – 16.59)
Total	10/32	27.71 (15.50 – 39.92)	18/62	16.71 (17.95 – 35.48)	31/120	26.03 (19.00 – 33.06)	31/251	11.13 (6.80 – 15.46)

<u>MARS</u>	18-24 ans		25-39 ans		40-59 ans		60+ ans	
	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)	(n/N)	Séroprévalence (%), ¹ (IC 95%)
Grande région								
Montréal-ceinture ²	5/7	71.43 (47.76 – 95.09)	9/13	69.23 (51.49 – 86.97)	7/28	25.07 (13.70 – 36.43)	7/29	24.30 (12.79 – 35.82)
Autres	6/25	26.71 (11.44 – 41.98)	21/69	28.50 (18.85 – 38.15)	50/159	28.90 (22.05 – 35.75)	31/227	16.97 (11.29 – 22.64)
Total	11/32	40.25 (26.11 – 54.38)	30/82	38.12 (29.05 – 47.20)	57/187	27.94 (22.07 – 33.82)	39/256	18.73 (13.59 – 23.88)

Notes :

1. Pondérée en fonction des RSS, et de la répartition selon le sexe et l'âge dans chaque RSS (recensement 2011)
2. Montréal, Laval et la ceinture de Montréal qui comprend la région de Lanaudière, les RLS de Deux-Montagnes – Mirabel Sud, de la Rivière-du-Nord – Mirabel-Nord et celui de Thérèse-De Blainville de la région des Laurentides, les RLS de Champlain et de Pierre-Boucher de la Montérégie

Séroprévalence stratifiée par indice de défavorisation matérielle

Avec l'approche conventionnelle, la séroprévalence pondérée avait tendance à augmenter en fonction de l'indice de défavorisation matérielle, passant de 13,11% (IC 95%=8,17%–18,06%) pour le premier quintile (Q1) de l'indice à 24,50% (IC 95%=11,96%–37,04%) pour le Q5 ([Tableau 6](#) et [Figure 3](#)). La séroprévalence pondérée semblait toutefois semblable entre les différents quintiles de l'indice de défavorisation sociale (Q1 : 16,26% [IC 95%=10,15%–22,38%]; Q5 : 16,14% [9,39%–22,89%]).

Avec l'approche par ratio, la tendance décrite ci-dessus pour l'indice de défavorisation matérielle était grandement diminuée (voire absente) : La séroprévalence pondérée passait de 28,15% (IC 95%=21,56%–34,73%) pour le Q1 à 33,29% (IC 95%=19,55%–47,04%) pour le Q5 ([Tableau 6](#) et [Figure 3](#)). La séroprévalence pondérée était également semblable entre les différents quintiles de l'indice de défavorisation sociale (Q1 : 32,00% [IC 95%=24,28%–39,73%]; Q5 : 24,35% [IC 95%=16,47%–32,23%]).

Tableau 6. Séroprévalences avec l'approche conventionnelle et l'approche par ratio du 16-17 mars 2022, stratifiées par indice de défavorisation matérielle et sociale¹

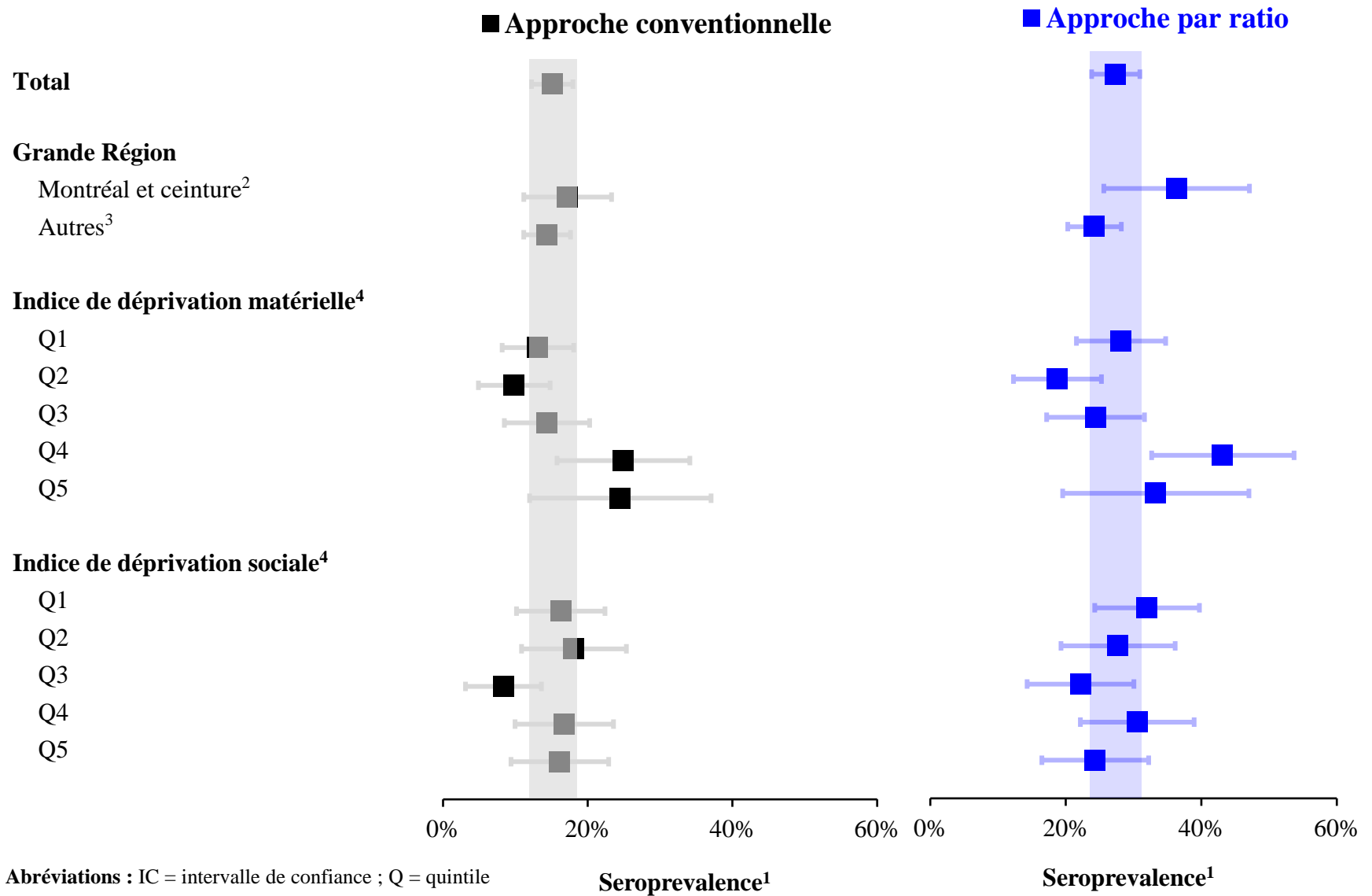
Quintile	Approche conventionnelle				Approche par ratio			
	Défavorisation matérielle		Défavorisation sociale		Défavorisation matérielle		Défavorisation sociale	
	n/N	Séroprévalence (%), ² (IC 95%)	n/N	Séroprévalence (%), ² (IC 95%)	n/N	Séroprévalence (%), ² (IC 95%)	n/N	Séroprévalence (%), ² (IC 95%)
Q1	21/148	13,11 (8,17–18,06)	18/116	16,26 (10,15–22,38)	41/148	28,15 (21,56–34,73)	31/116	32,00 (24,28–39,73)
Q2	13/137	9,85 (4,89–14,80)	19/109	18,09 (10,85–25,34)	21/137	18,77 (12,28–25,26)	30/109	27,72 (19,30–36,15)
Q3	18/130	14,36 (8,47–20,26)	9/107	8,35 (3,10–13,60)	30/130	24,39 (17,17–31,61)	20/107	22,17 (14,29–30,05)
Q4	18/76	24,93 (15,75–34,11)	18/102	16,76 (9,95–23,56)	27/76	43,18 (32,67–53,69)	29/102	30,55 (22,16–38,95)
Q5	13/50	24,50 (11,96–37,04)	19/107	16,14 (9,39–22,89)	15/50	33,29 (19,55–47,04)	24/107	24,35 (16,47–32,23)

Abréviations : IC = intervalle de confiance ; Q = quintile

Notes :

1. Indice de défavorisation matérielle du Québec basée sur le code postal à 6 caractères. La distribution de l'indice a été fragmentée en quintiles (Q ; groupes de 20 %), permettant ainsi de distinguer la population du Québec selon son niveau de défavorisation, du groupe le moins défavorisé (Q1) au plus défavorisé (Q5). Les quintiles de défavorisation matérielle et de défavorisation sociale peuvent être considérés séparément, ou conjointement. Ces quintiles traduisent des variations socioéconomiques importantes. Dans l'ensemble du Québec, à chaque année de production de l'indice, la défavorisation matérielle est associée avec des revenus plus faibles, une scolarité moindre, des taux d'emploi plus faibles et une plus forte proportion de personnes veuves, séparées ou divorcées et de familles monoparentales
2. 16 participants manquants
3. Pondérée en fonction des RSS, et de la répartition selon le sexe et de l'âge dans chaque RSS (recensement 2011)

Figure 3. Séroprévalence observée du 16 au 18 mars 2022, stratifiée par région, indice de défavorisation matérielle et indice de défavorisation sociale¹





Notes :

1. Les intervalles représentent les IC 95%
2. Montréal, Laval et la ceinture de Montréal qui comprend la région de Lanaudière, les RLS de Deux-Montagnes – Mirabel Sud, de la Rivière-du-Nord – Mirabel-Nord et celui de Thérèse-De Blainville de la région des Laurentides, les RLS de Champlain et de Pierre-Boucher de la Montérégie
3. Les autres régions comprennent les autres RLS des Laurentides, les autres RLS de la Montérégie et les RSS du Bas-Saint-Laurent, Saguenay-Lac-Saint-Jean, Capitale-Nationale, Mauricie et Centre-du-Québec, Estrie, Outaouais, Abitibi-Témiscamingue, Côte-Nord, Nord-du-Québec, Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, Chaudière-Appalaches, Nunavik, Terres Cries de la Baie James
4. Indice de défavorisation matérielle du Québec basée sur le code postal à 6 caractères. La distribution de l'indice a été fragmentée en quintiles (Q ; groupes de 20 %), permettant ainsi de distinguer la population du Québec selon son niveau de défavorisation, du groupe le moins défavorisé (Q1) au plus défavorisé (Q5). Les quintiles de défavorisation matérielle et de défavorisation sociale peuvent être considérés séparément, ou conjointement. Ces quintiles traduisent des variations socioéconomiques importantes. Dans l'ensemble du Québec, à chaque année de production de l'indice, la défavorisation matérielle est associée avec des revenus plus faibles, une scolarité moindre, des taux d'emploi plus faibles et une plus forte proportion de personnes veuves, séparées ou divorcées et de familles monoparentales
5. Pondérée en fonction des RSS, et de la répartition selon le sexe et de l'âge dans chaque RSS (recensement 2011)

Limitations

Bien que l'approche par ratio permette de détecter la grande majorité des infections récentes, la période maximale durant laquelle le ratio anti-N conserve une valeur supérieure à 1,5 n'est pas connue. La période d'observation la plus longue dans cette étude a été de 4 mois (mars 2022 vs < 15 décembre 2021). On sait par contre que vingt-neuf donneurs testés durant cette période ont eu un résultat de test PCR positif entre décembre 2021 et février 2022 (14 en décembre, 11 en janvier et 4 en février); tous ces donneurs ont présenté un ratio anti-N $\geq 1,5$. Plus particulièrement, les donneurs ayant été infectés en décembre 2021 et testés en mars 2022 ont montré un ratio anti-N variant de 2,0 à 13,5 (médiane = 4,8). Ces données suggèrent que le ratio anti-N pourrait être appliqué sur des périodes d'observation d'au moins 4 mois. D'un autre côté, la proportion de faux-positifs obtenue avec l'approche du ratio anti-N n'est présentement pas connue, même s'il est permis de croire que cette proportion serait minime étant donnée la spécificité du test anti-N. Finalement, lorsqu'un donneur présente des symptômes d'infections, il lui est recommandé de ne pas se présenter pour faire des dons pour les 14 jours qui suivent. Compte tenu de cette exclusion, les résultats sont vraisemblablement représentatifs de la séroprévalence 14 jours avant chaque période de collecte.

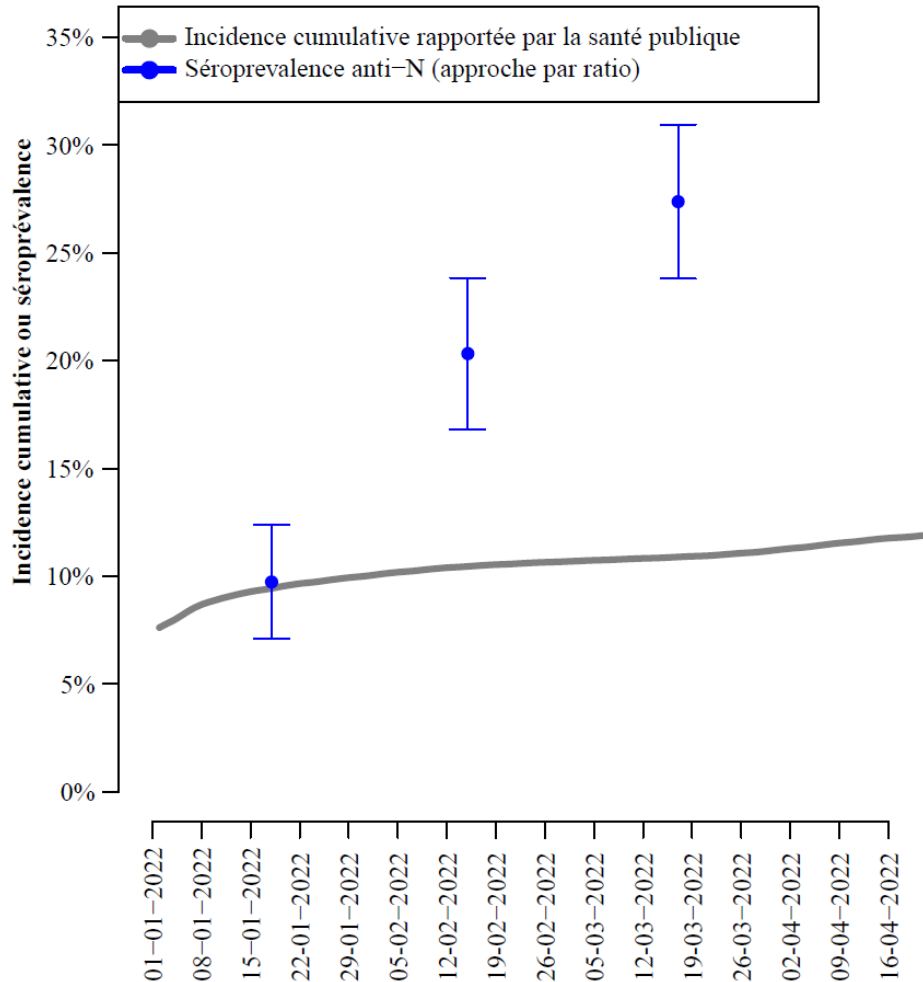
Conclusion

Cette phase 4 de l'étude de séroprévalence montre que le seuil de positivité des anti-N qui avait été préalablement établi pour identifier les cas d'infections récentes au début de la pandémie n'a plus la sensibilité adéquate dans un contexte où la très grande majorité de la population a été exposée à la vaccination. Par ailleurs, les niveaux d'anticorps anti-N diminuent avec le temps et peuvent devenir négatifs après quelques mois. Ils sont donc de bons marqueurs d'infection récente mais ne permettent pas d'estimer l'incidence cumulative d'infection depuis le début de la pandémie. L'évaluation de la progression du signal anti-N sur des échantillons sériés (approche par ratio) permet cependant d'identifier la très grande majorité des infections récentes confirmées par PCR. Cette approche permet donc de tracer un portrait plus fiable de la progression de l'infection dans la population générale durant une période de temps bien définie. Du 16 au 18 mars 2022, la séroprévalence anti-N pondérée était de 15,09% avec l'approche conventionnelle et de 27,37% avec l'approche par ratio. Transposée à l'échelle du Québec, cette séroprévalence équivaut à environ 1,9 millions d'adultes infectés (ou 2,4 millions d'individus infectés dans la population générale, si on inclut la population pédiatrique) ([Figure 4](#)).

Au meilleur de nos connaissances, notre approche par ratio est la première approche permettant de suivre l'incidence d'infections récentes chez une population vaccinée à ne pas reposer entièrement sur une modélisation statistique. Shioda et al. (ville de New York et Connecticut)²⁰ et Chen et al. (Royaume Uni)²¹ ont utilisé des approches Bayésiennes pour estimer l'incidence cumulative du SRAS-CoV-2 en se basant sur des données de séroprévalence anti-S tout en tenant compte de la séroréversion. L'incertitude liée à ce type de modélisation, notamment l'applicabilité des inférences, est toutefois une limite importante de cette approche.

Avec cette approche, il sera possible de poursuivre l'estimation de l'incidence de l'Omicron (BA.1) et de la lignée BA.2 à partir de nouvelles collectes qui seront faites dans les prochaines semaines pour capturer l'ampleur de la vague Omicron et de ses variants.

Figure 4. Évolution de la séroprévalence selon les trois temps d'échantillonnage de la phase 4 et incidence cumulative des cas d'infection confirmés par PCR rapportée par la santé publique.



Note :

1. Les intervalles représentent les IC 95%

Références

1. Données sur les variants du SRAS-CoV-2 au Québec. Accessed April 15, 2022. <https://www.inspq.qc.ca/covid-19/donnees/variants>
2. Bernier, F, Delage, G, Lewin, A, et al. *Étude de Séroprévalence Des Anti-SRAS-CoV-2 Chez Les Donneurs de Sang d'Héma-Québec, Vers La Fin de La Première Vague de COVID-19*. Accessed April 15, 2022. <https://www.hema-quebec.qc.ca/userfiles/file/coronavirus/COVID-20-02-rappot-final-20-02-2021.pdf>
3. Bernier, F, Delage, G, Lewin, A, et al. *Phase 2 de l'étude Sur La Séroprévalence Des Anticorps Dirigés Contre Le SRAS-CoV-2 Au Québec*. Accessed April 15, 2022. <https://www.hema-quebec.qc.ca/userfiles/file/coronavirus/COVID-rapport-final-ph2-11-06-2021.pdf>
4. Renaud, C, Lewin, A, Grégoire, Y, et al. *Phase 3 de l'étude Sur La Séroprévalence Des Anticorps Dirigés Contre Le SRAS-CoV-2 Au Québec*.
5. Biobanque de donneurs de plasma. Accessed April 13, 2022. <https://www.hema-quebec.qc.ca/coronavirus/hema-quebec-en-contexte-de-pandemie/etude-plascov.en.html?jsessionid=42C46E53CFA5EBB0A2668C6FA2DAED27>
6. Bolotin S, Tran V, Osman S, et al. SARS-CoV-2 seroprevalence survey estimates are affected by anti-nucleocapsid antibody decline. *The Journal of infectious diseases*. 2021;223(8):1334-1338.
7. Jones JM, Stone M, Sulaeman H, et al. Estimated US infection-and vaccine-induced SARS-CoV-2 seroprevalence based on blood donations, July 2020-May 2021. *JAMA*. 2021;326(14):1400-1409.
8. Siller A, Seekircher L, Wachter GA, et al. Seroprevalence, Waning and Correlates of Anti-SARS-CoV-2 IgG Antibodies in Tyrol, Austria: Large-Scale Study of 35,193 Blood Donors Conducted between June 2020 and September 2021. *Viruses*. 2022;14(3):568.
9. Ripperger TJ, Uhrlaub JL, Watanabe M, et al. Orthogonal SARS-CoV-2 serological assays enable surveillance of low-prevalence communities and reveal durable humoral immunity. *Immunity*. 2020;53(5):925-933. e4.
10. Whitcombe AL, McGregor R, Craigie A, et al. Comprehensive analysis of SARS-CoV-2 antibody dynamics in New Zealand. *Clinical & translational immunology*. 2021;10(3):e1261.
11. Carreño JM, Mendu DR, Simon V, et al. Longitudinal analysis of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 seroprevalence using multiple serology platforms. *Iscience*. 2021;24(9):102937.
12. Cohen KW, Linderman SL, Moodie Z, et al. Longitudinal analysis shows durable and broad immune memory after SARS-CoV-2 infection with persisting antibody responses and memory B and T cells. *Cell Reports Medicine*. 2021;2(7):100354.
13. Gallais F, Gantner P, Bruel T, et al. Evolution of antibody responses up to 13 months after SARS-CoV-2 infection and risk of reinfection. *EBioMedicine*. 2021;71:103561.
14. Nunhofer V, Weidner L, Hoeggerl AD, et al. Persistence of Naturally Acquired and Functional SARS-CoV-2 Antibodies in Blood Donors One Year after Infection. *Viruses*. 2022;14(3):637.



15. Grandjean L, Saso A, Torres Ortiz A, et al. Long-Term Persistence of Spike Protein Antibody and Predictive Modeling of Antibody Dynamics After Infection With Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2. *Clinical Infectious Diseases*. Published online 2021.
16. Fedele G, Stefanelli P, Bella A, et al. Anti-SARS-CoV-2 antibodies persistence after natural infection: a repeated serosurvey in Northern Italy: COVID-19 IgG longevity and neutralization. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanita*. 2021;57(4):265-271.
17. Fenwick C, Croxatto A, Coste AT, et al. Changes in SARS-CoV-2 spike versus nucleoprotein antibody responses impact the estimates of infections in population-based seroprevalence studies. *Journal of virology*. 2021;95(3):e01828-20.
18. Pilmis B, Elkaibi I, de Ponfilly GP, et al. Evolution of anti-SARS-CoV-2 immune response in a cohort of French healthcare workers followed for 7 months. *Infectious Diseases Now*. Published online 2022.
19. Lee CC, Segaloff HE, Cole D, et al. A cohort study measuring SARS-CoV-2 seroconversion and serial viral testing in university students. *BMC Infectious Diseases*. 2022;22(1):1-11.
20. Shioda K, Lau MS, Kraay AN, et al. Estimating the cumulative incidence of SARS-CoV-2 infection and the infection fatality ratio in light of waning antibodies. *Epidemiology (Cambridge, Mass)*. 2021;32(4):518.
21. Chen S, Flegg JA, White LJ, Aguas R. Levels of SARS-CoV-2 population exposure are considerably higher than suggested by seroprevalence surveys. *PLoS computational biology*. 2021;17(9):e1009436.



Approbateurs

Christian Renaud	Directeur médical microbiologie, épidémiologie et chercheur Héma-Québec Montréal (QC), H4R 2W7, Canada	
Antoine Lewin	Chef épidémiologie, vigie et gestion du risque biologique Héma-Québec Montréal (QC), H4R 2W7, Canada	
Yves Grégoire	Spécialiste en statistique et en épidémiologie Héma-Québec Québec (QC), G1V 5C3, Canada	
Amélie Boivin	Gestionnaire de projets (int.) Héma-Québec Montréal (QC), H4R 2W7, Canada	
Renée Bazin	Directrice scientifique, affaires médicales et innovation Héma-Québec Québec (QC), G1V 5C3, Canada	
Marc Germain	Vice-président aux affaires médicales et innovation Héma-Québec Québec (QC), G1V 5C3, Canada	
Gaston De Serres	Médecin épidémiologiste Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) Québec (QC), G1V 5B3, Canada	