

Modélisation de l'impact potentiel du variant delta au Québec

Marc Brisson, Ph. D., directeur

Maxime Hardy, M. Sc., modélisateur du volet variant

Guillaume Gingras, Ph. D., modélisateur principal

Mélanie Drolet, Ph. D., épidémiologiste principale

Jean-François Laprise, Ph. D., modélisateur

pour le groupe de modélisation COVID-19 ULAVAL/INSPO

Rapport 16 - 28 septembre 2021

Table des matières

- Objectif p.3
- Limites de l'analyse p.4
- Grand Montréal
 - Scénarios de contacts sociaux p.6
 - Scénario de la vaccination p.7
 - Projections de l'évolution de la COVID-19
 - Selon les contacts sociaux pp.8-18
 - Selon l'âge pp.9-10
 - Selon l'âge pp.12-13
 - Selon le statut vaccinal pp.15-18
- Autres Régions
 - Scénarios de contacts sociaux p.20
 - Scénario de la vaccination p.21
 - Projections de l'évolution de la COVID-19
 - Selon les contacts sociaux p.22-32
 - Selon les contacts sociaux p.23-24
 - Selon l'âge pp.26-27
 - Selon le statut vaccinal pp.29-32
- Éléments importants pour l'interprétation des résultats p.33
- Résumé p.34
- ANNEXE
 - Analyse sensibilité pp.36-51
 - Méthodes pp.37-40
 - Méthodes pp.41-51

Objectif

- Prédire l'évolution potentielle de l'épidémie de la COVID-19 à court et moyen termes :
 - selon différents scénarios de contacts sociaux
 - par âge et statut vaccinal

Limites de l'analyse

Il y a beaucoup plus d'incertitudes que l'an dernier à pareille date; la situation est beaucoup plus complexe

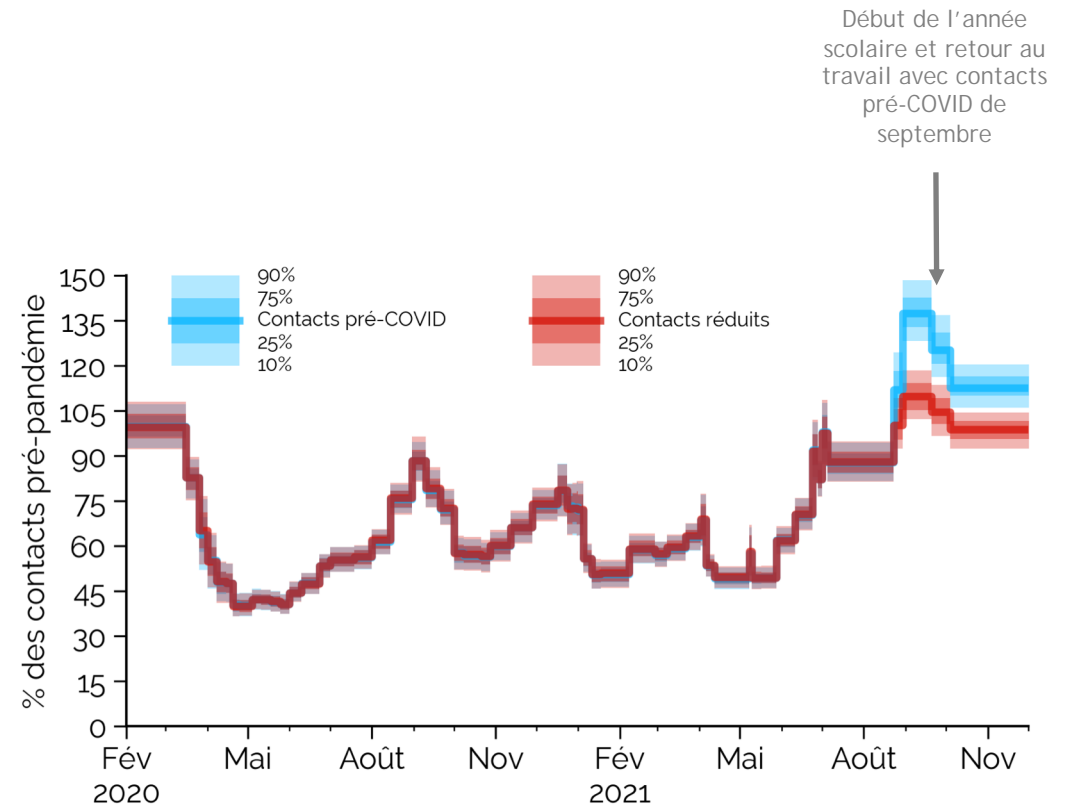
- Incertitudes :
 - niveau de transmission dans les écoles et efficacité des mesures sanitaires
 - impact du passeport vaccinal sur les contacts sociaux et la transmission communautaire
 - couverture vaccinale par âge en octobre/novembre 2021
 - arrivée de nouveaux variants préoccupants
- Données manquantes :
 - nombre de cas importés du variant delta au Québec (et moment de l'importation)
 - efficacité vaccinale contre la transmission du variant delta
 - durée de l'efficacité vaccinale après 2 doses
 - risque d'hospitalisation chez les enfants (suite à une infection par le variant delta)
- Le modèle n'intègre pas :
 - d'efficacités vaccinales différentes selon l'issue épidémiologique ou le type de vaccin
 - l'assortativité des contacts selon le statut vaccinal (ex. : les vaccinés pourraient avoir plus de contacts avec des vaccinés que des non-vaccinés, et vice versa)
 - l'impact de mesures sanitaires précises (ex. : passeport vaccinal)
 - la variabilité de la couverture vaccinale par quartier/sous-région
 - les éclosions importantes au travail ou dans les RPA

Grand Montréal

Scénarios de contacts sociaux

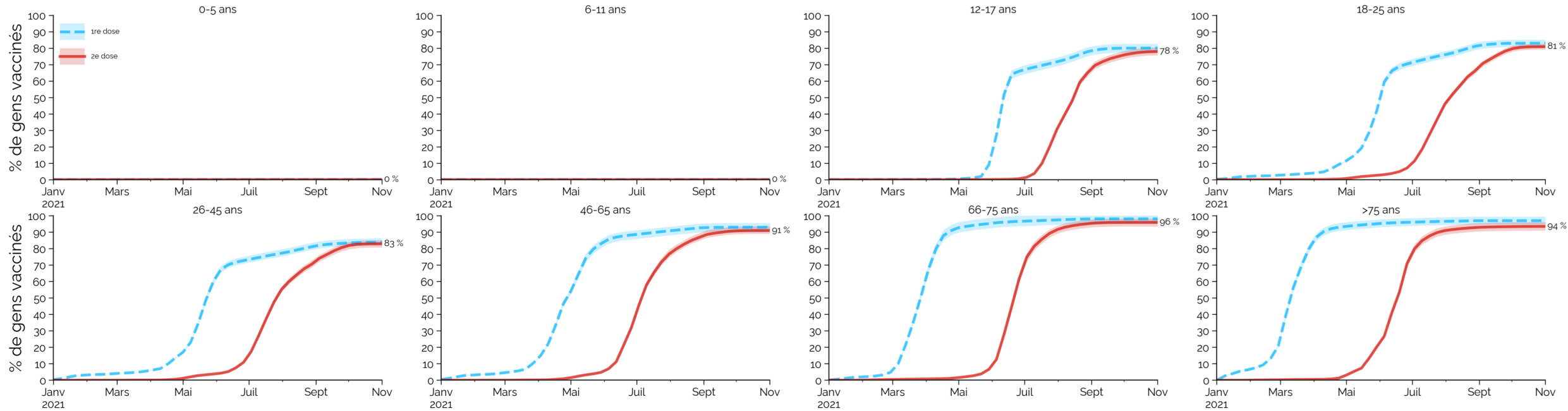
Grand Montréal

- 1 février 2020 - 14 mai 2021
 - À partir des données de l'étude CONNECT, nous avons modélisé les changements de contacts sociaux qui nous permettent de reproduire l'évolution de la COVID-19.
- 15 mai 2021 - septembre 2021 :
 - À partir du plan de déconfinement du gouvernement et des niveaux de contacts estimés par CONNECT pour des mesures sanitaires similaires, nous avons modélisé une augmentation graduelle des contacts sociaux pendant le printemps et l'été 2021.
- À partir du 1^{er} septembre 2021 :
 - Nous avons modélisé 2 scénarios de contacts sociaux pour l'automne 2021 :
 1. **Retour aux niveaux de contacts pré-COVID** : Retour aux contacts pré-COVID en septembre. Ce scénario peut aussi représenter une situation où les contacts seraient relocalisés (ex: à la maison plutôt que dans les bars/restaurants).
 2. **Maintien de la réduction des contacts dans les lieux publics et à l'école** : Maintien de certaines mesures sanitaires telles que le port du masque, 85 % des contacts pré-COVID dans les lieux publics et 50-65 % des contacts pré-COVID à l'école avec la surveillance/prévention de la transmission. Contacts pré-COVID à la maison.



Scénarios de la vaccination - couverture vaccinale

Grand Montréal



Scénarios de la vaccination:

- Couverture selon les estimés de l'INSPQ et les intentions de vaccination.

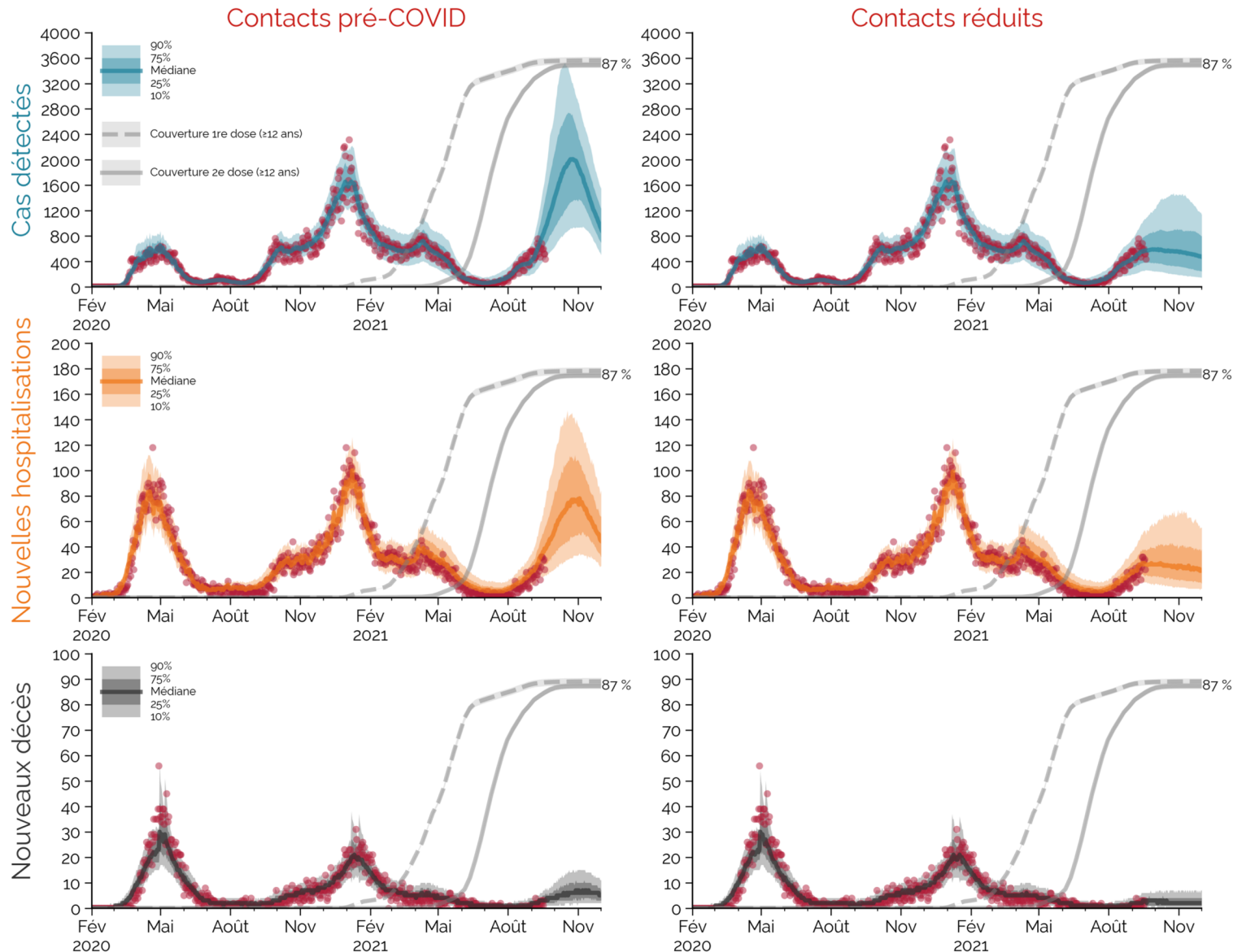
Proportion protégée, efficacité vaccinale:

- Pour les > 65 ans, l'efficacité vaccinale est de 71-89 % après la 1^{re} dose et de 85-97 % après la 2^e dose contre les infections (transmission) et la sévérité de la maladie (hospitalisations et décès).
- Pour les 12-65 ans, l'efficacité vaccinale est de 75-95 % après la 1^{re} dose et de 91-99 % après la 2^e dose contre les infections et la sévérité de la maladie.
- L'efficacité est atteinte de 2 à 3 semaines après la 1^{re} dose, selon l'âge.
- L'efficacité vaccinale pour 1 et 2 doses est la même contre toutes les souches et il n'y a pas de perte d'immunité vaccinale à court terme. Par contre, les données suggèrent que l'efficacité contre le variant Delta serait inférieure après une dose.

Projections - Grand Montréal

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Selon les contacts sociaux



- Selon le scénario de contacts pré-COVID, le modèle prédit une augmentation importante des cas et des hospitalisations dans le Grand Montréal. Le nombre de cas pourrait atteindre le niveau de la 2^e vague et les hospitalisations pourraient atteindre un niveau situé entre ceux des 2^e et 3^e vagues. Les pics de cas et d'hospitalisations pourraient être atteints en octobre ou novembre.
- Selon le scénario du maintien de la réduction de contacts dans les lieux publics et à l'école, le modèle prédit une stabilisation des cas et des hospitalisations.
- Les mesures permettraient donc d'aplatir la courbe des cas et des hospitalisations (ex: pic moins élevé des hospitalisations mais durée de la vague potentiellement plus longue).

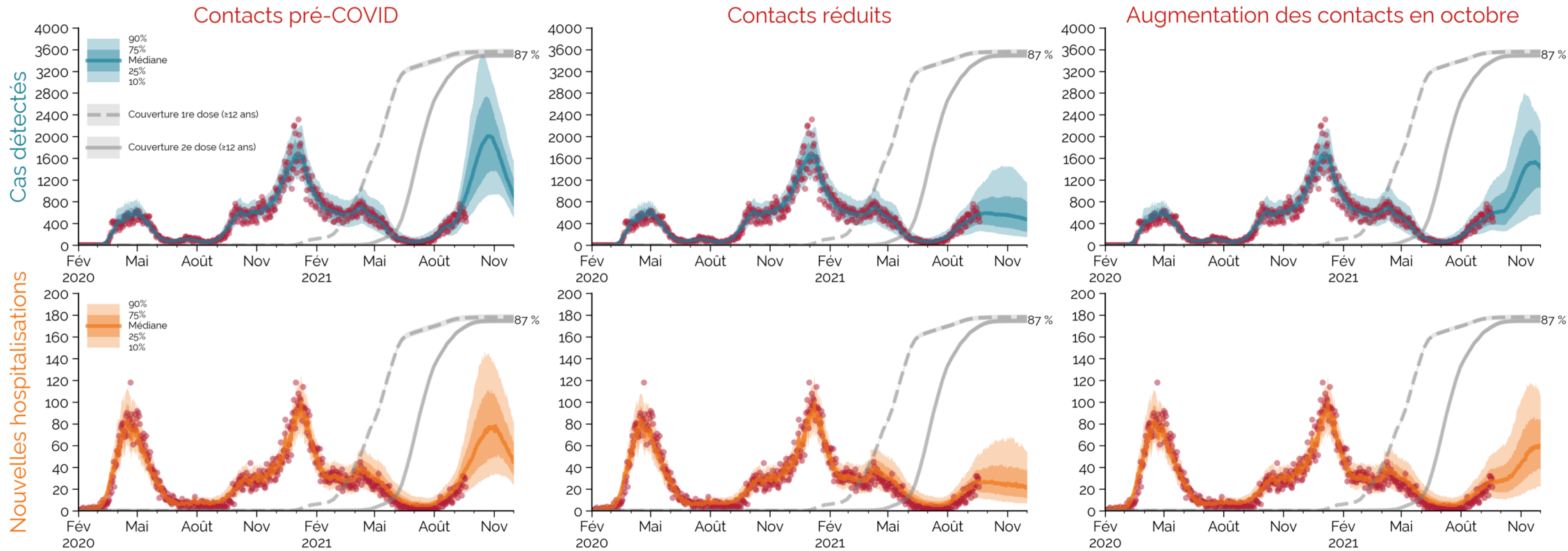
À noter:

Les projections ne tiennent pas compte :

- d'une efficacité plus faible contre la transmission que contre les hospitalisations et d'une perte potentielle d'efficacité vaccinale qui pourraient engendrer un pic de cas plus élevé et une vague plus longue.
- d'une augmentation des contacts effectifs en octobre (ex. : augmentation des contacts à l'intérieur avec le rafraîchissement de la température)
- d'évènements de super-propagation ou d'éclotions dans des sous-groupes de la population non-vaccinés

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Selon les contacts sociaux

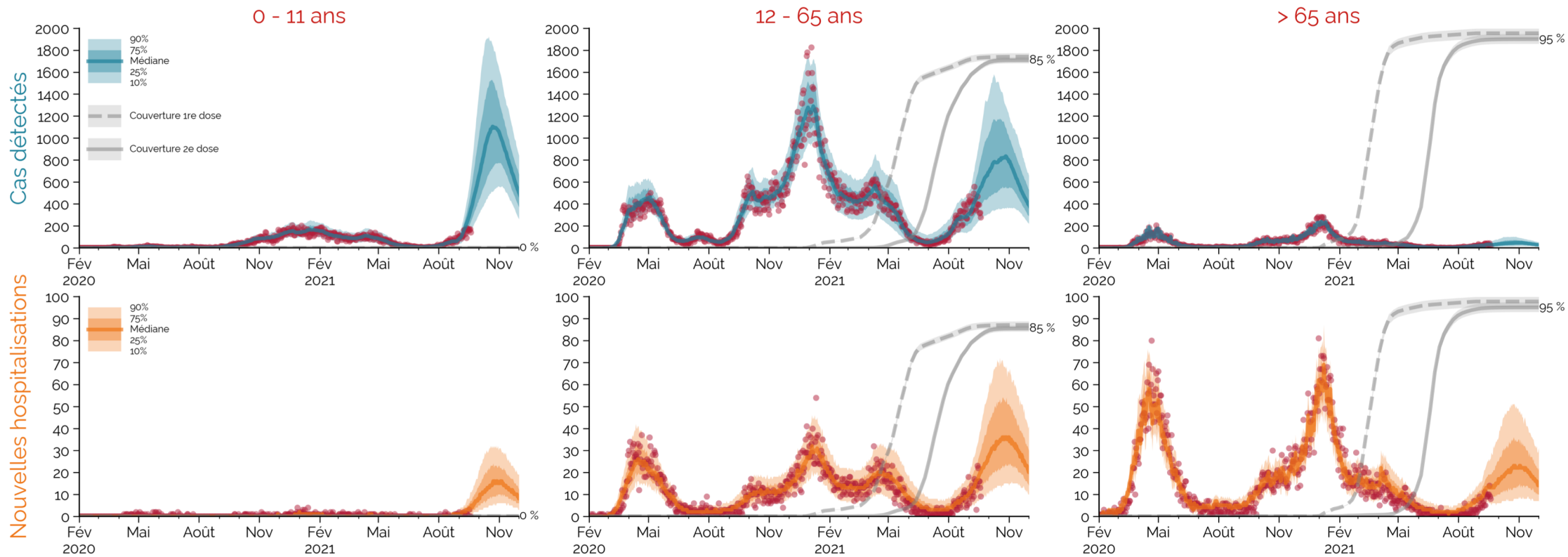


- Un changement possible des contacts sociaux effectifs à l'automne (ex. : augmentation des contacts à l'intérieur avec le rafraîchissement de la température) pourrait faire basculer les projections du scénario de contacts réduits vers un scénario qui ressemblerait à celui des contacts pré-COVID.
- Selon un scénario d'augmentation des contacts sociaux en octobre, le modèle prédit une augmentation importante des cas et des hospitalisations dans le Grand Montréal. Les nombres de cas et d'hospitalisations pourraient atteindre un niveau situé entre ceux des 2^e et 3^e vagues.

Projections - Grand Montréal - par âge

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

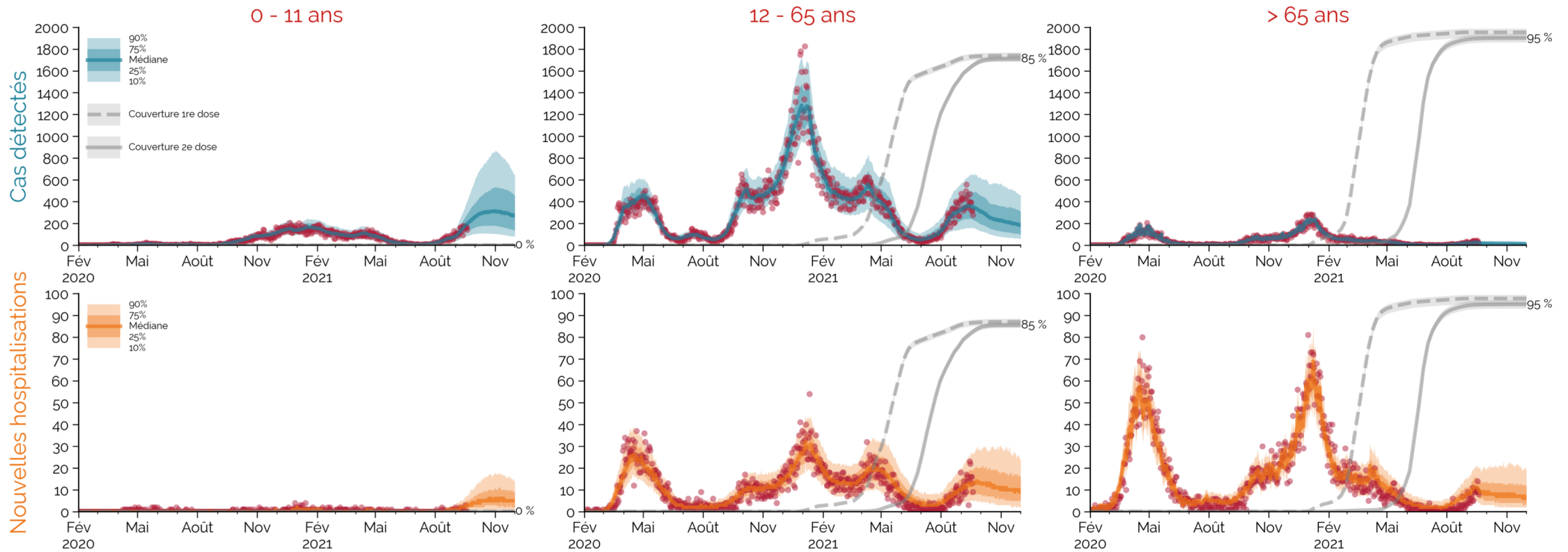
Selon l'âge - scénario de contacts pré-COVID



- Les cas et les hospitalisations seraient observés principalement chez les jeunes d'âge préscolaire et scolaire et chez les adultes non-vaccinés.
- Les personnes hospitalisées lors de la 4^e vague pourraient être plus jeunes que celles hospitalisées lors des vagues précédentes étant donnée la haute couverture chez les personnes de plus de 65 ans.
- Selon le **scénario de retour aux niveaux de contacts pré-COVID**, pour les 0-11 ans, le nombre de cas détectés pourrait être jusqu'à 5 fois plus élevé que celui de la 2^e vague.

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Selon l'âge - scénario de contacts réduits

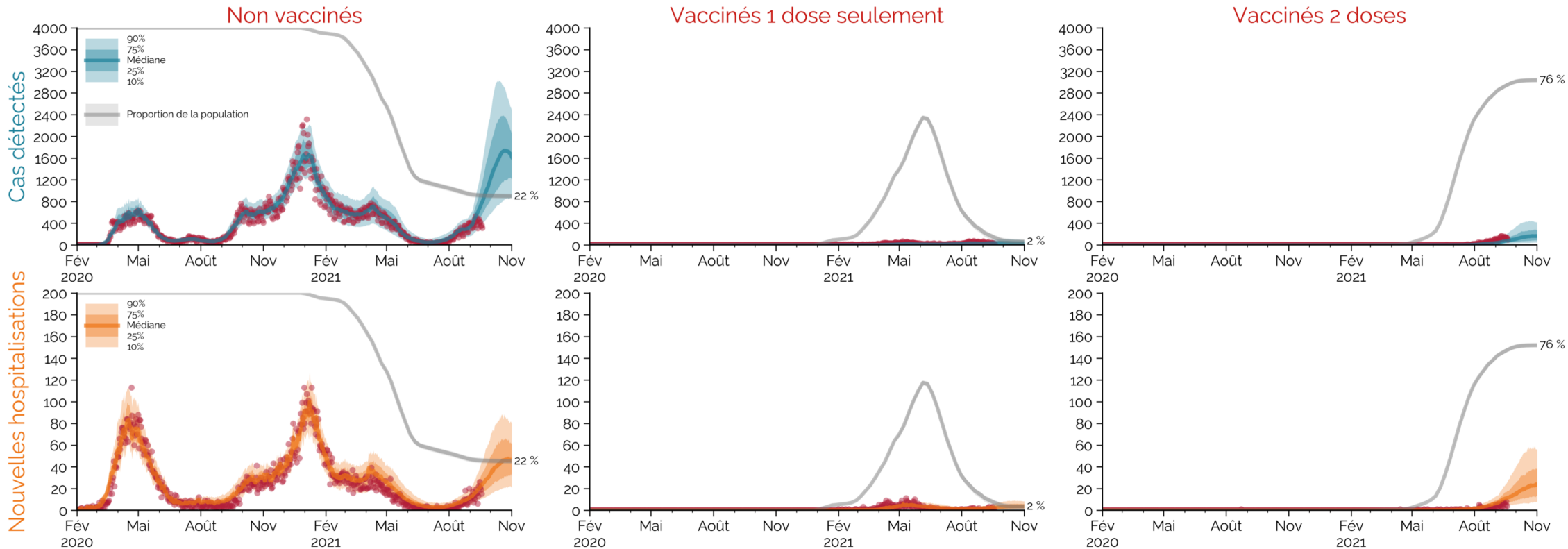


- Les cas et les hospitalisations seraient observés principalement chez les jeunes d'âge préscolaire et scolaire et chez les adultes non-vaccinés.
- Les personnes hospitalisées lors de la 4^e vague pourraient être plus jeunes que celles hospitalisées lors des vagues précédentes étant donnée la haute couverture chez les personnes de plus de 65 ans.
- Selon le **scénario de contacts réduits**, pour les 0-11 ans, le nombre de cas détectés pourrait être semblable ou un peu plus élevé que celui de la 2^e vague.

Projections - Grand Montréal - par statut vaccinal

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

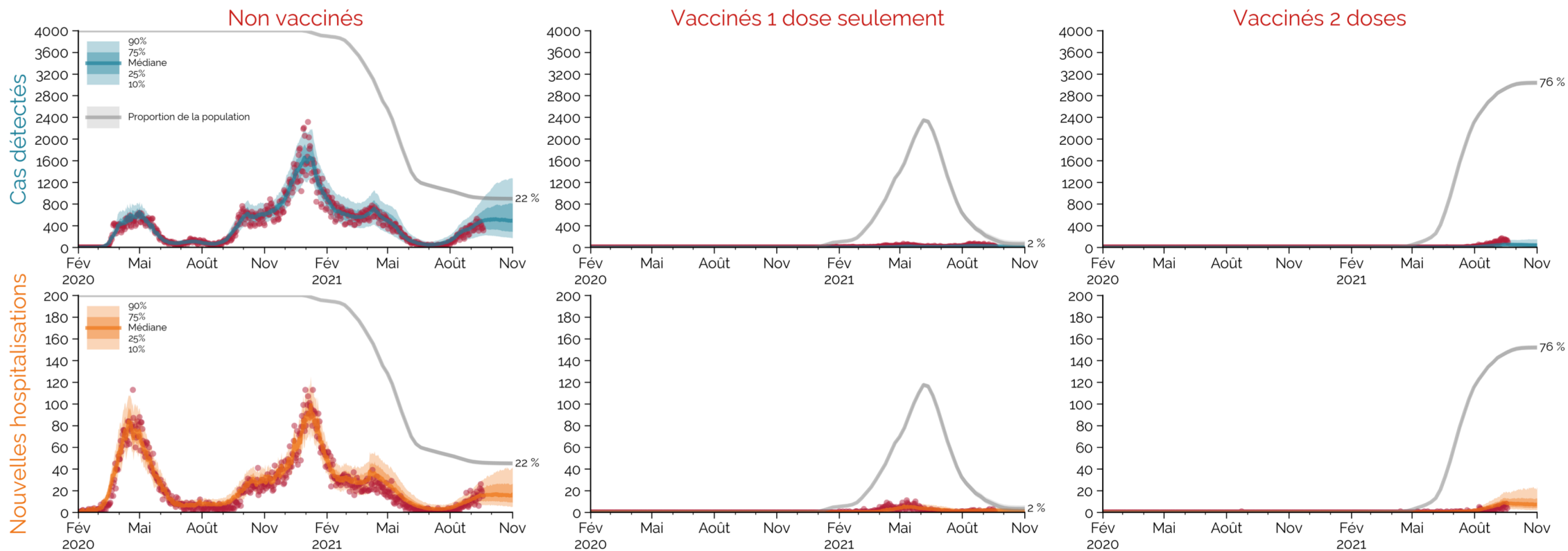
Selon le statut vaccinal - scénario contacts pré-COVID



- Le modèle prédit que la majorité des cas et des hospitalisations de la 4^e vague pourrait survenir chez les personnes non vaccinées, même si elles représentent seulement 22 % de la population totale
- Malgré l'efficacité élevée du vaccin, le modèle prédit une augmentation des hospitalisations chez les personnes vaccinées puisqu'elles représentent presque 80 % de la population et sont plus âgées en moyenne.

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

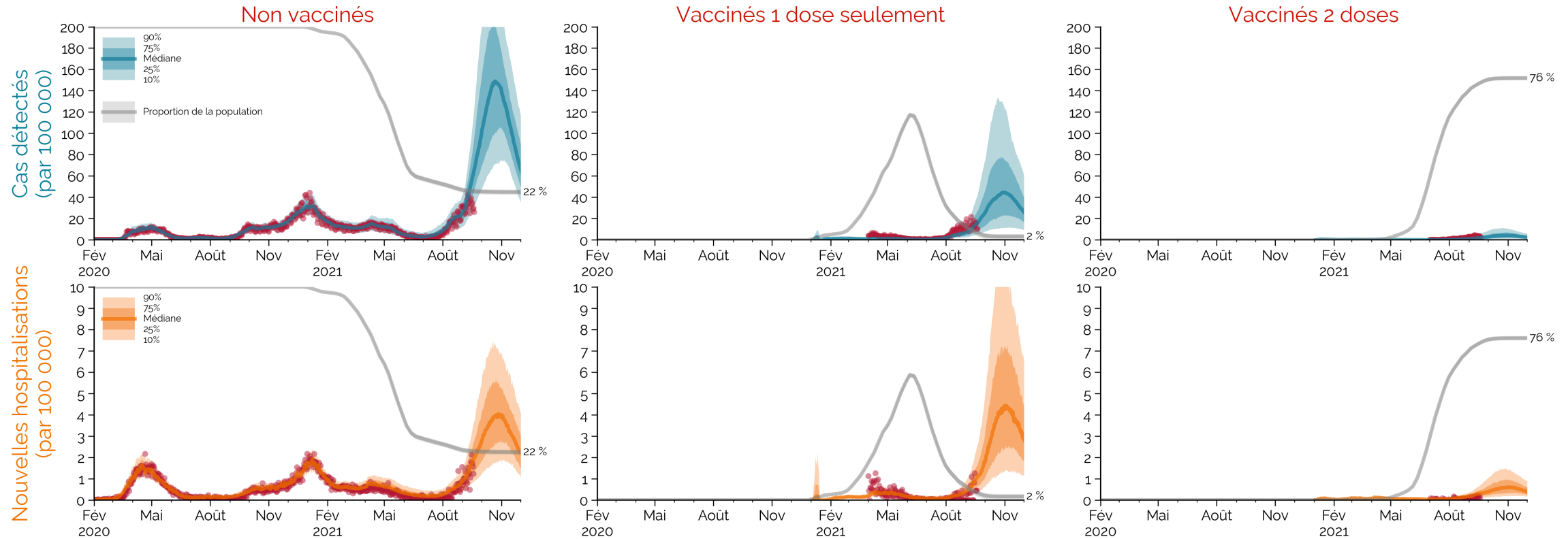
Selon le statut vaccinal - scénario de contacts réduits



- Le modèle prédit que la majorité des cas et des hospitalisations de la 4^e vague pourrait survenir chez les personnes non vaccinées, même si elles représentent seulement 22 % de la population totale.

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal (par 100 000)

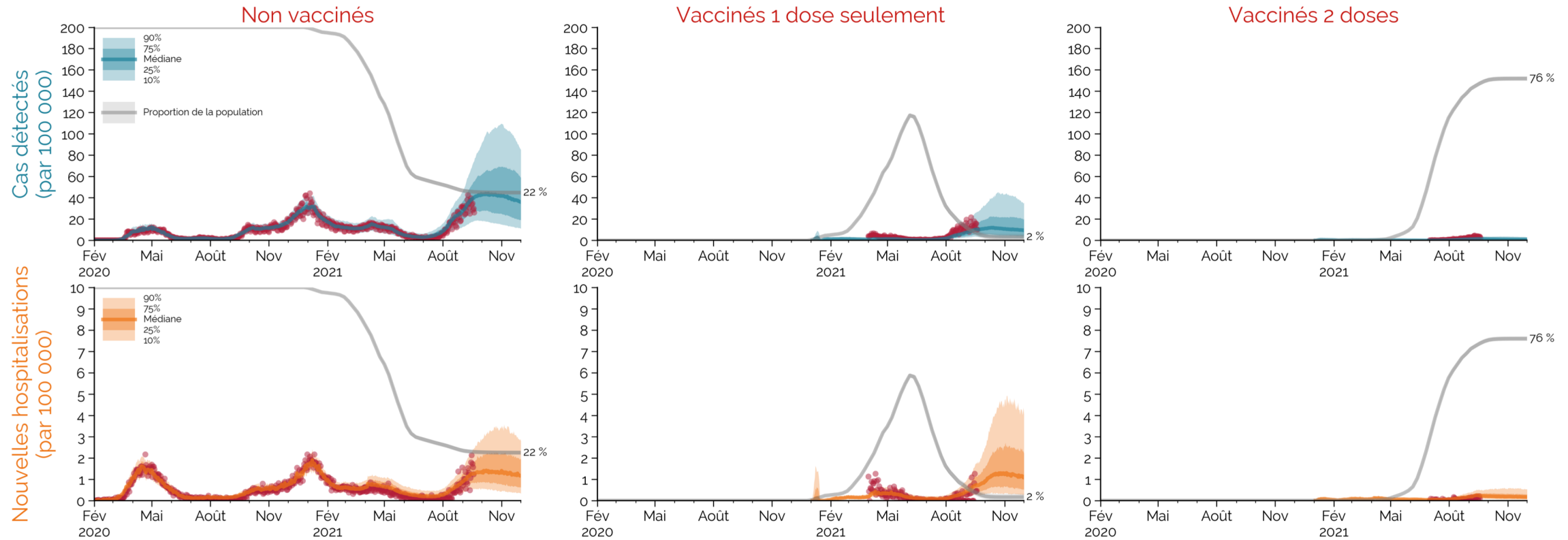
Selon le statut vaccinal - scénario contacts pré-COVID



- Le modèle prédit que la majorité des cas et des hospitalisations de la 4^e vague pourrait survenir chez les personnes non vaccinées, même si elles représentent seulement 22 % de la population totale.
- Selon le **scénario de retour aux niveaux de contacts pré-COVID**, les nombres de cas et d'hospitalisations par 100 000 personnes non vaccinées pourraient être 2 à 3 fois plus élevés que ceux observés lors de la 2^e vague.

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal (par 100 000)

Selon le statut vaccinal - scénario de contacts réduits



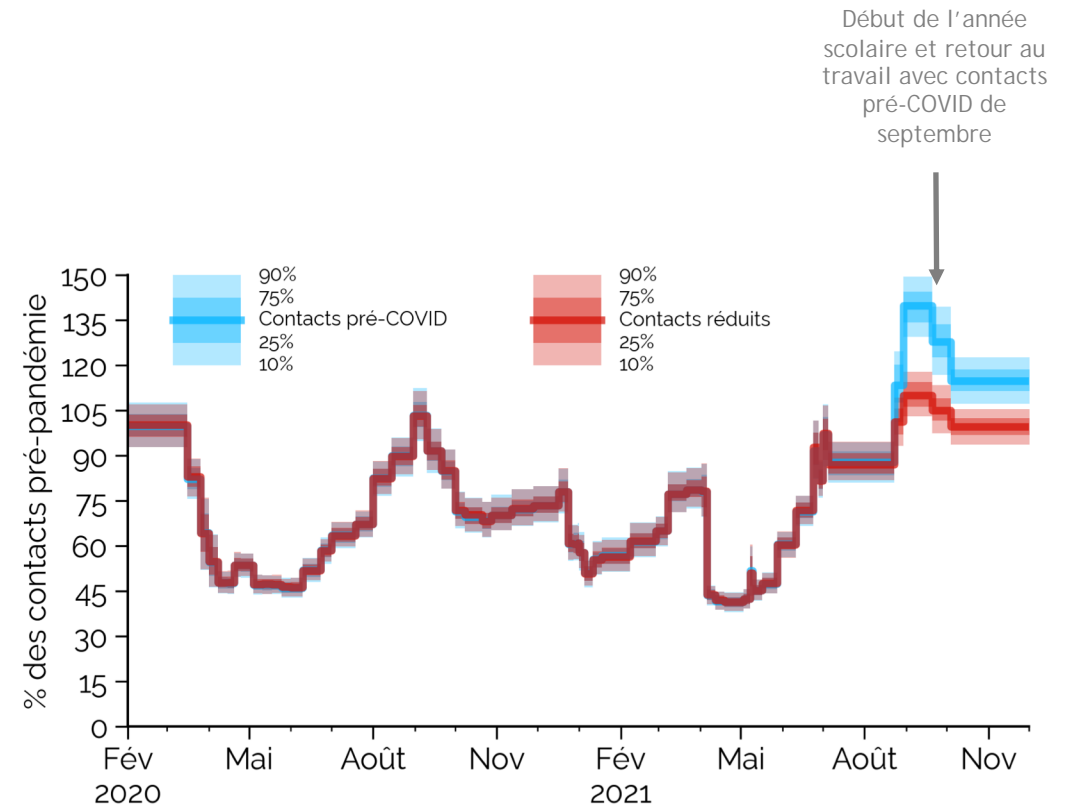
- Le modèle prédit que la majorité des cas et des hospitalisations de la 4^e vague pourrait survenir chez les personnes non vaccinées, même si elles représentent seulement 22 % de la population totale.
- Selon le **scénario de contacts réduits**, les nombres de cas et d'hospitalisations par 100 000 personnes non vaccinées pourraient être semblables à ceux observés lors de la 2^e vague.

Autres Régions

Scénarios de contacts sociaux

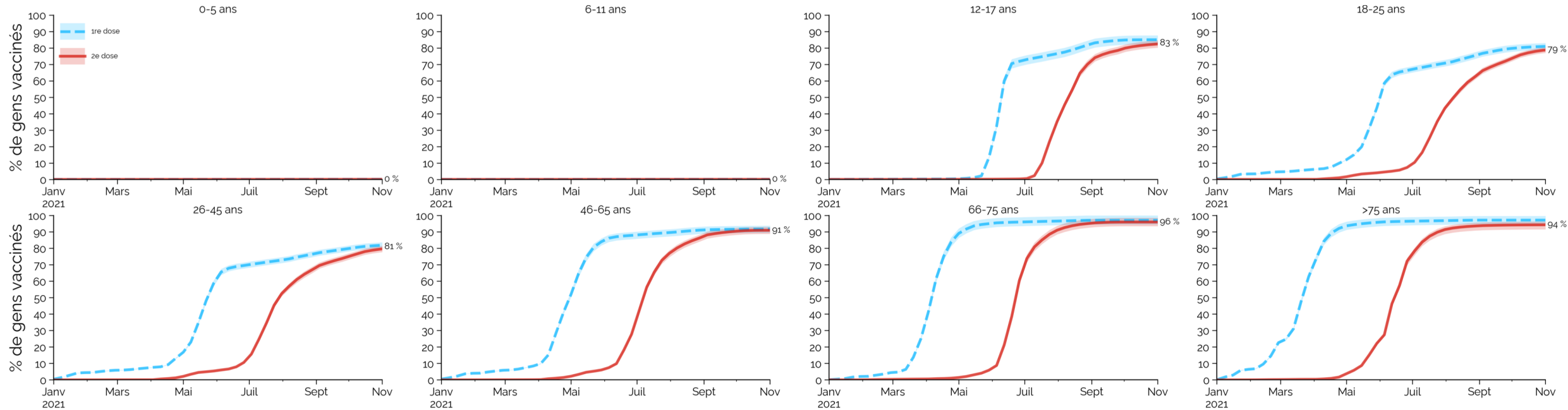
Autres Régions

- 1 février 2020 - 14 mai 2021 :
 - À partir des données de l'étude CONNECT, nous avons modélisé les changements de contacts sociaux qui nous permettent de reproduire l'évolution de la COVID-19.
- 15 mai 2021 - septembre 2021 :
 - À partir du plan de déconfinement du gouvernement et des niveaux de contacts estimés par CONNECT pour des mesures sanitaires similaires, nous avons modélisé une augmentation graduelle des contacts sociaux pendant le printemps et l'été 2021.
- À partir du 1^{er} septembre 2021 :
 - Nous avons modélisé 2 scénarios de contacts sociaux pour l'automne 2021:
 1. **Retour aux niveaux de contacts pré-COVID** : Retour aux contacts pré-COVID en septembre. Ce scénario peut aussi représenter une situation où les contacts seraient relocalisés (ex: à la maison plutôt que dans les bars/restaurants).
 2. **Maintien de la réduction des contacts dans les lieux publics et à l'école** : Maintien de certaines mesures sanitaires telles que le port du masque, 85 % des contacts pré-COVID dans les lieux publics et 50-65 % des contacts pré-COVID à l'école avec la surveillance/prévention de la transmission. Contacts pré-COVID à la maison.



Scénarios de la vaccination - couverture vaccinale

Autres Régions



Scénarios de la vaccination:

- Couverture selon les estimés de l'INSPQ et les intentions de vaccination.

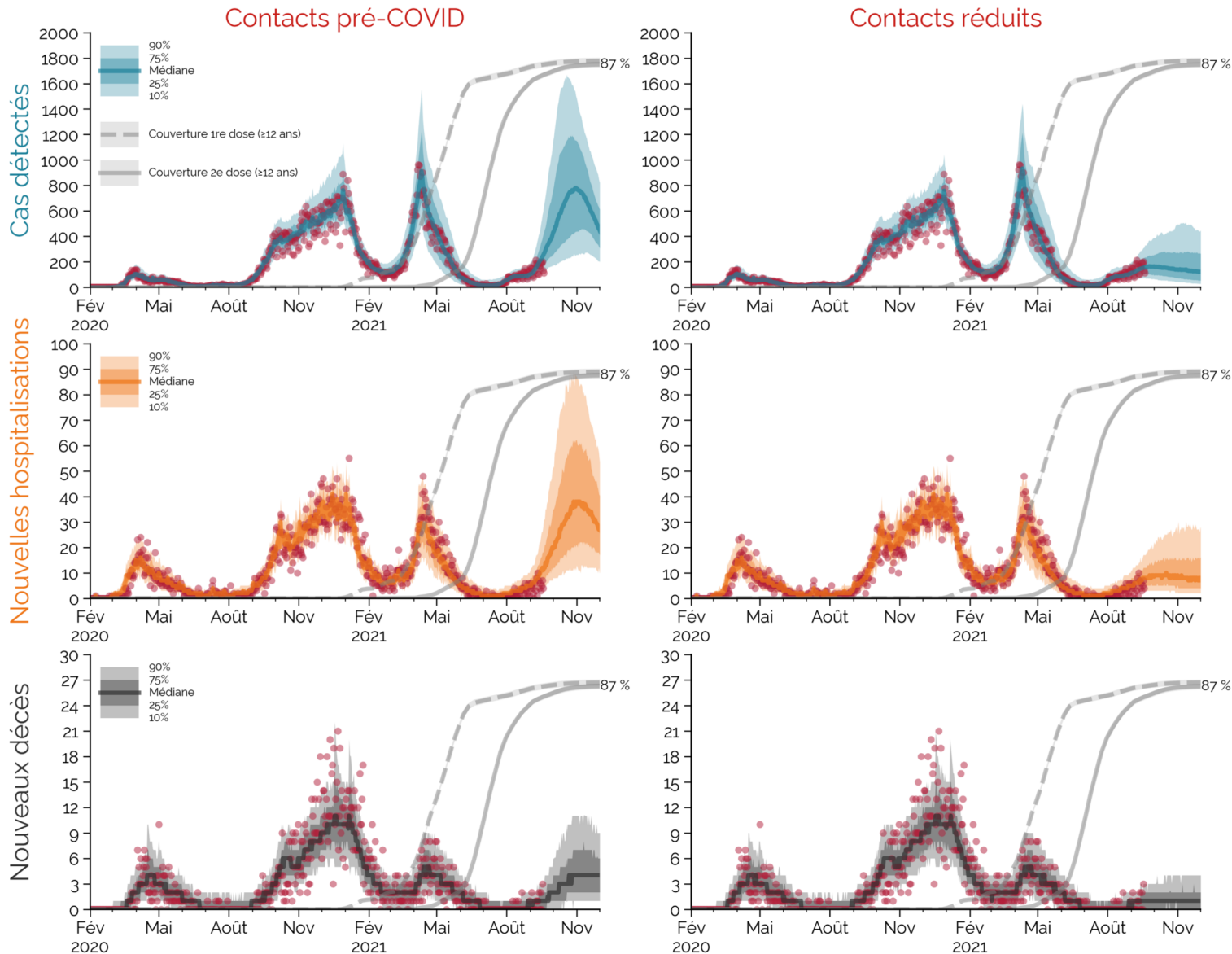
Proportion protégée, efficacité vaccinale:

- Pour les >65 ans, l'efficacité vaccinale est de 71-89 % après la 1^{re} dose et de 85-97 % après la 2^e dose contre les infections (transmission) et la sévérité de la maladie (hospitalisations et décès).
- Pour les 12-65 ans, l'efficacité vaccinale est de 75-95 % après la 1^{re} dose et de 91-99 % après la 2^e dose contre les infections et la sévérité de la maladie.
- L'efficacité est atteinte de 2 à 3 semaines après la 1^{re} dose, selon l'âge.
- L'efficacité vaccinale pour 1 et 2 doses est la même contre toutes les souches et il n'y a pas de perte d'immunité vaccinale à court terme. Par contre, les données suggèrent que l'efficacité contre le variant Delta serait inférieure après une dose.

Projections - Autres Régions

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

Selon les contacts sociaux



- Selon le scénario d'un retour aux niveaux de contacts pré-COVID, le modèle prédit une augmentation importante des cas et des hospitalisations dans les Autres Régions. Le nombre de cas et d'hospitalisations pourrait atteindre un niveau égal ou inférieur à celui observé lors des 2^e et 3^e vagues. Les pics de cas et d'hospitalisations pourraient être atteints en octobre ou novembre.
- Selon le scénario de contacts réduits, le modèle prédit une stabilisation des cas et des hospitalisations.
- Les mesures permettraient donc d'aplatir la courbe des cas et des hospitalisations (ex: pic moins élevé des hospitalisations mais durée de la vague potentiellement plus longue).

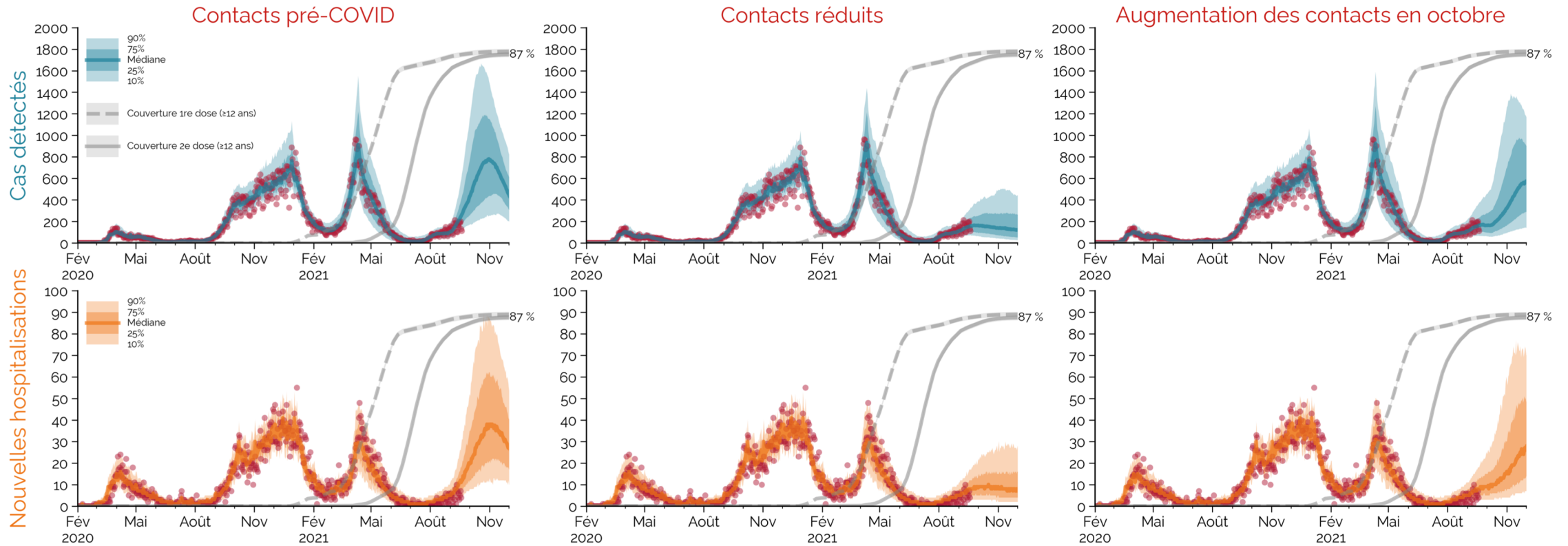
À noter:

- Les projections ne tiennent pas compte :
- d'une efficacité plus faible contre la transmission que contre les hospitalisations et d'une perte potentielle d'efficacité vaccinale qui pourraient engendrer un pic de cas plus élevé et une vague plus longue.
 - d'évènements de super-propagation ou d'éclosions dans des sous-groupes de la population non-vaccinés
 - de l'arrivée possible de nouveaux variants préoccupants

Points rouges, données INSPQ/MSSS. Les résultats représentent la médiane et les 10^e, 25^e, 75^e et 90^e percentiles des prédictions du modèle. Les transferts hospitaliers des CHSLD et décès lors d'éclosions dans les CHSLD sont exclus. 1^{re} vague: 25 février-11 juillet 2020; 2^e vague: 23 août 2020-20 mars 2021; 3^e vague: 21 mars 2021-17 juillet 2021.

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

Selon les contacts sociaux

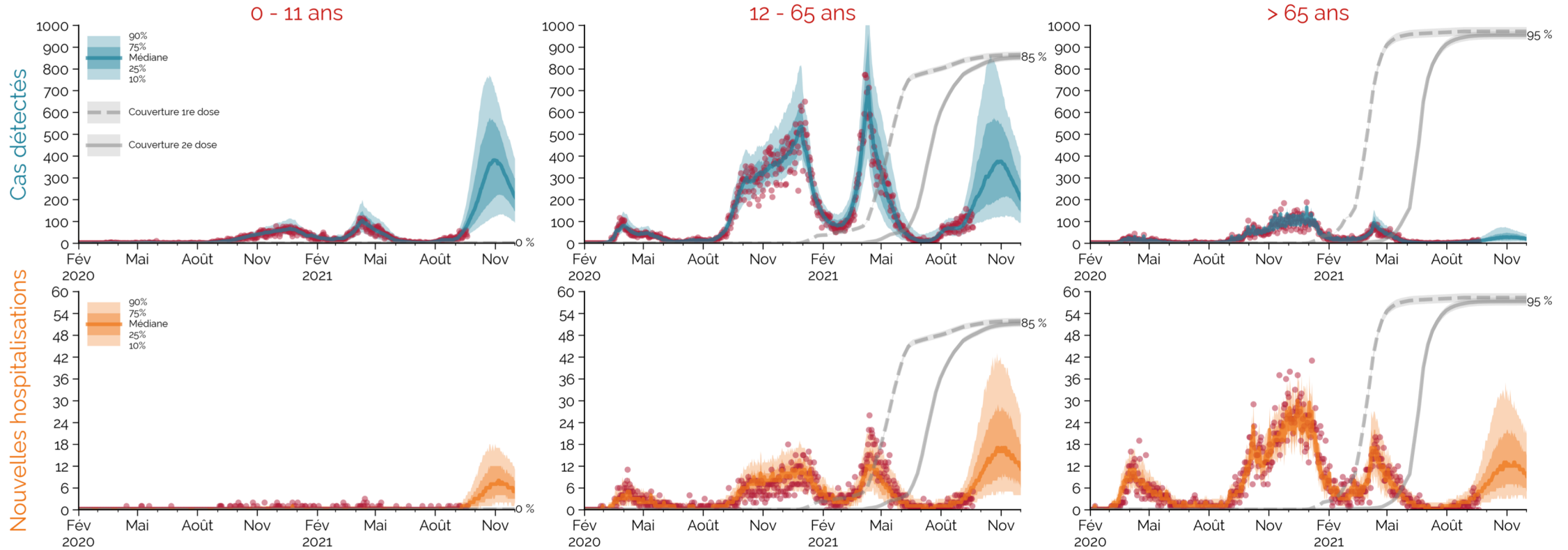


- Un changement possible des contacts sociaux effectifs à l'automne (ex. : augmentation des contacts à l'intérieur avec le rafraîchissement de la température) pourrait faire basculer les projections du scénario de contacts réduits vers un scénario qui ressemblerait à celui des contacts pré-COVID.
- Selon un scénario d'augmentation des contacts sociaux en octobre, le modèle prédit une augmentation importante des cas et des hospitalisations dans les Autres Régions. Le nombre de cas et d'hospitalisations pourrait atteindre un niveau égal ou inférieur à celui observé lors des 2^e et 3^e vagues.

Projections - Autres Régions - par âge

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

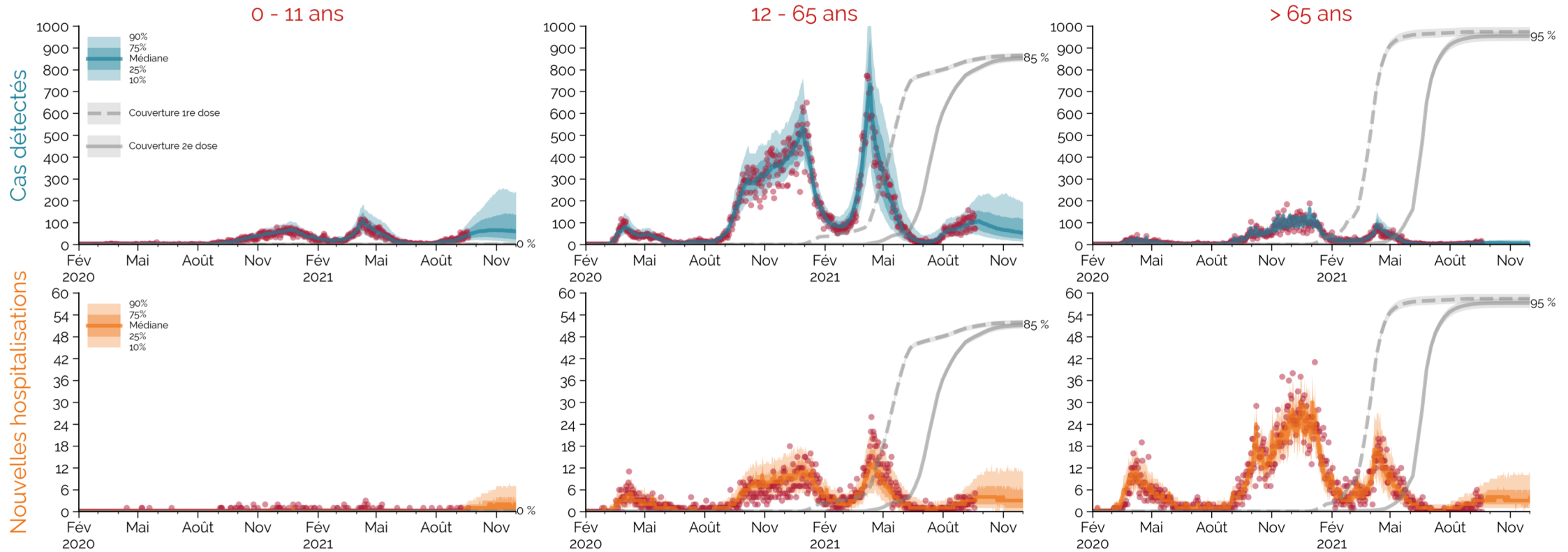
Selon l'âge - scénario de contacts pré-COVID



- Les cas et les hospitalisations seraient observés principalement chez les jeunes d'âge préscolaire et scolaire et chez les adultes non-vaccinés.
- Les personnes hospitalisées lors de la 4^e vague pourraient être plus jeunes que celles hospitalisées lors des vagues précédentes étant donnée la haute couverture chez les personnes de plus de 65 ans.
- Selon le **scénario de retour aux niveaux de contacts pré-COVID**, pour les 0-11 ans, le nombre de cas détectés pourrait être jusqu'à 4 fois plus élevé que celui de la 3^e vague.

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

Selon l'âge - scénario de contacts réduits

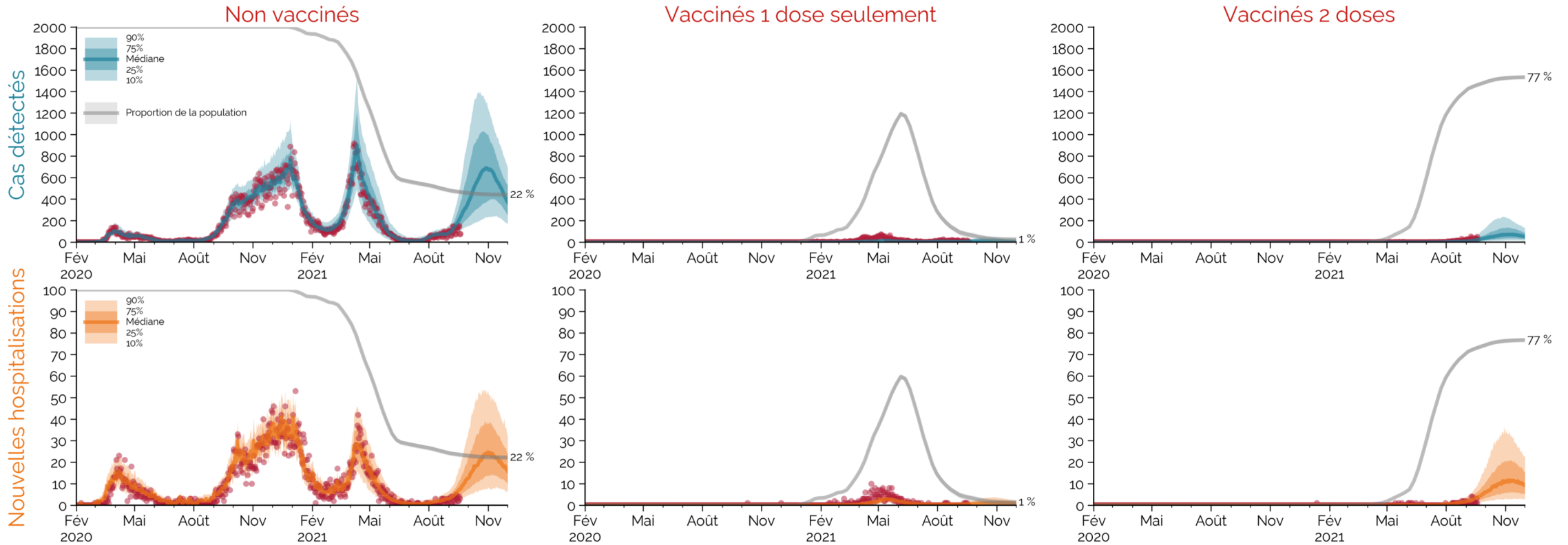


- Les cas et les hospitalisations seraient observés principalement chez les jeunes d'âge préscolaire et scolaire et chez les adultes non-vaccinés.
- Les personnes hospitalisées lors de la 4^e vague pourraient être plus jeunes que celles hospitalisées lors des vagues précédentes étant donnée la haute couverture chez les personnes de plus de 65 ans.
- Selon le **scénario de contacts réduits**, pour les 0-11 ans, le nombre de cas détectés pourrait être semblable à celui de la 3^e vague.

Projections - Autres Régions - par statut vaccinal

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

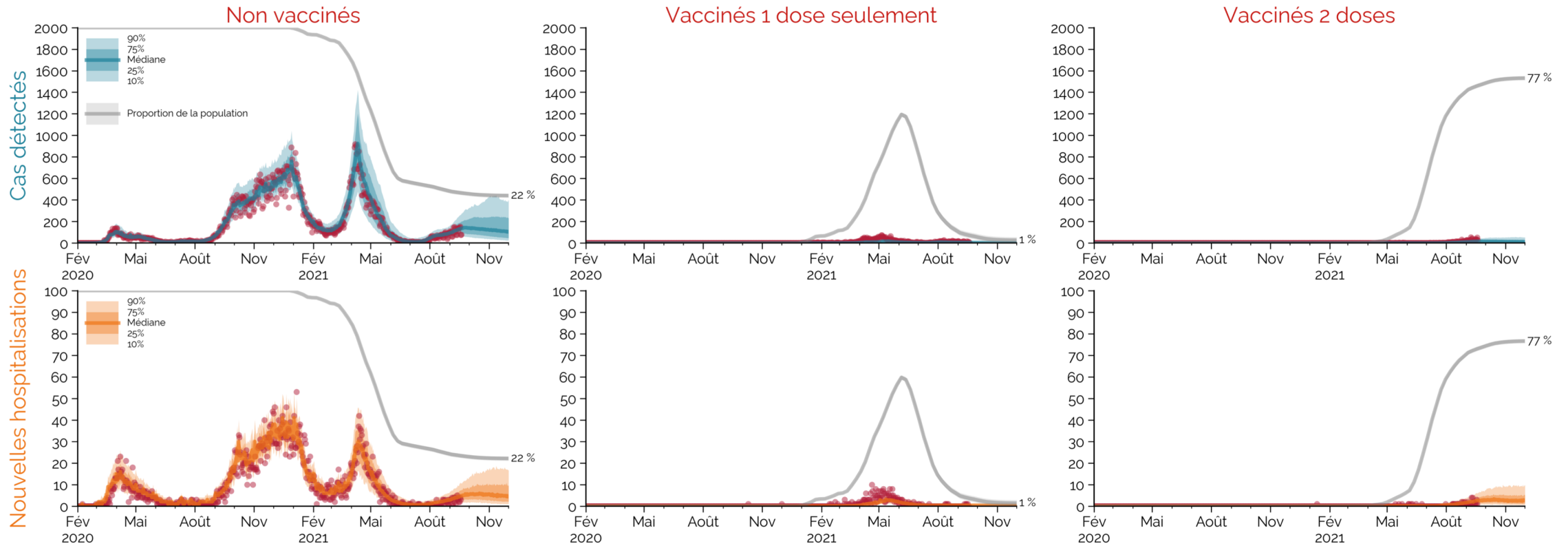
Selon le statut vaccinal - scénario contacts pré-COVID



- Le modèle prédit que la majorité des cas et des hospitalisations de la 4^e vague pourrait survenir chez les personnes non vaccinées, même si elles représentent seulement 22 % de la population totale.
- Malgré l'efficacité élevée du vaccin, le modèle prédit une augmentation des hospitalisations chez les personnes vaccinées puisqu'elles représentent presque 80 % de la population et sont plus âgées en moyenne.

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

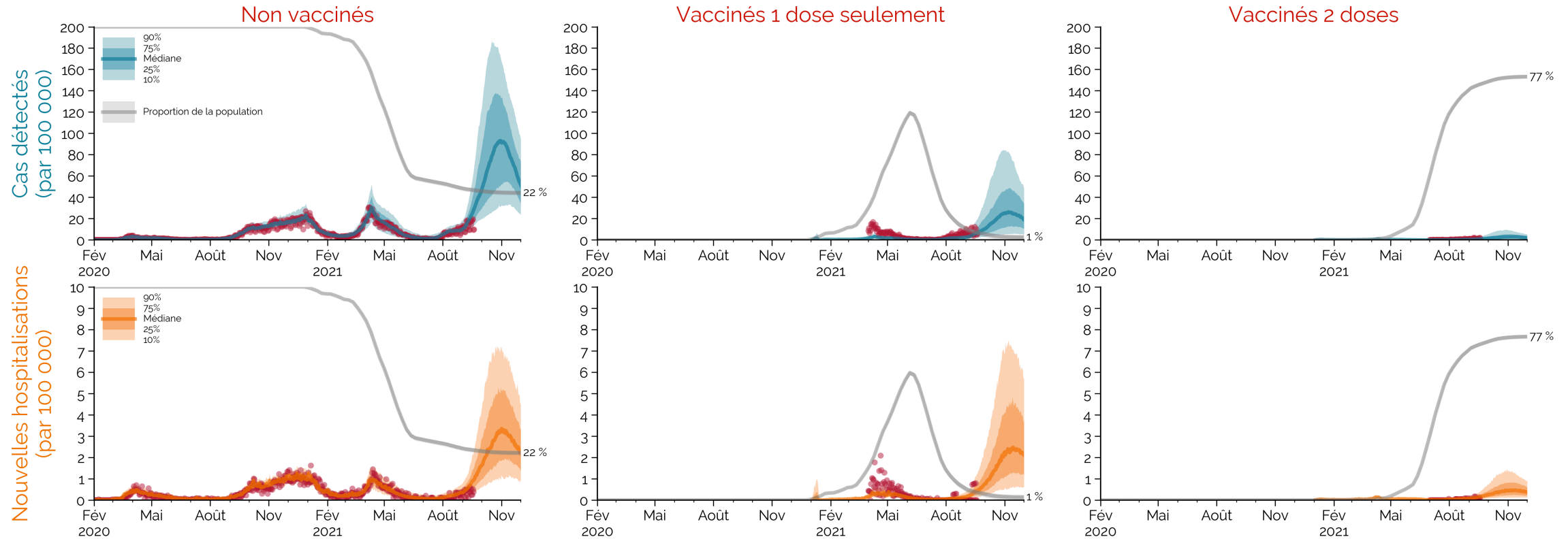
Selon le statut vaccinal - scénario de contacts réduits



- Le modèle prédit que la majorité des cas et des hospitalisations de la 4^e vague pourrait survenir chez les personnes non vaccinées, même si elles représentent seulement 22 % de la population totale.

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions (par 100 000)

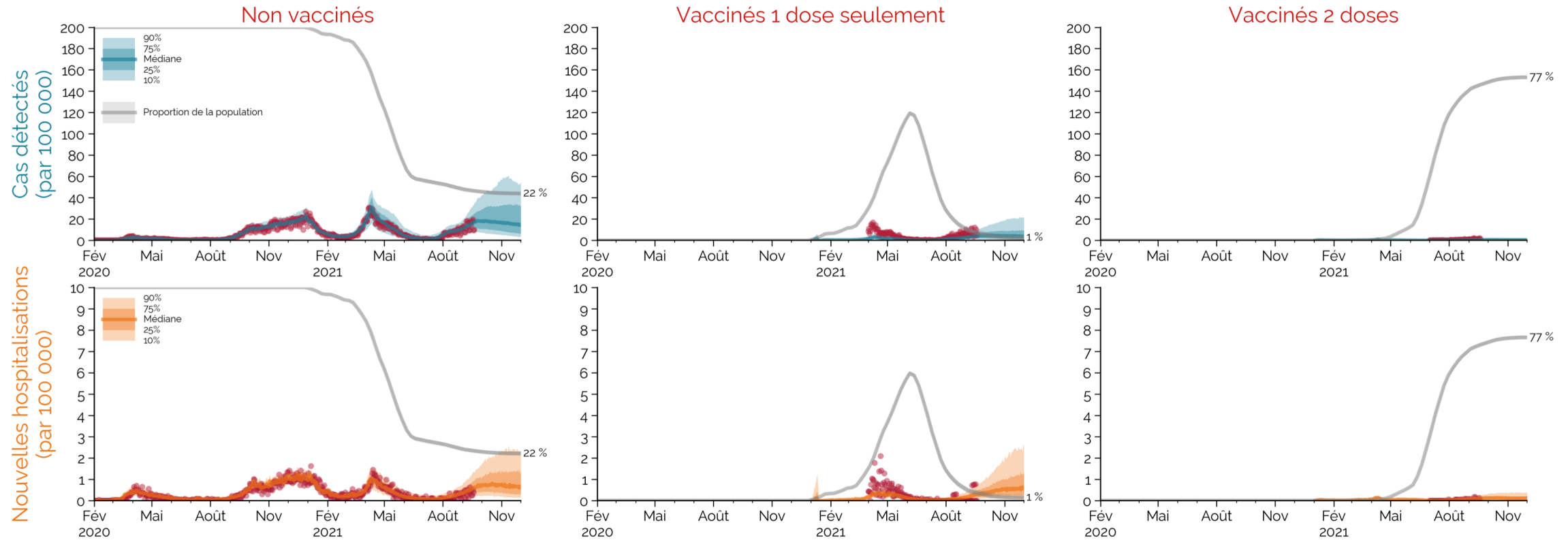
Selon le statut vaccinal - scénario contacts pré-COVID



- Le modèle prédit que la majorité des cas et des hospitalisations de la 4^e vague pourrait survenir chez les personnes non vaccinées, même si elles représentent seulement 22 % de la population totale.
- Selon le scénario de retour aux niveaux de contacts pré-COVID, les nombres de cas et d'hospitalisations par 100 000 personnes non vaccinées pourraient être 2 à 4 fois plus élevés que ceux observés lors de la 3^e vague.

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions (par 100 000)

Selon le statut vaccinal - scénario de contacts réduits



- Le modèle prédit que la majorité des cas et des hospitalisations de la 4^e vague pourrait survenir chez les personnes non vaccinées, même si elles représentent seulement 22 % de la population totale.
- Selon le **scénario de contacts réduits**, les nombres de cas et d'hospitalisations par 100 000 personnes non vaccinées pourraient être semblables à ceux observés lors de la 3^e vague.

Éléments importants pour l'interprétation des résultats

Facteurs qui pourraient faire en sorte que nos projections soient sous-estimées par rapport à la réalité

Facteurs qui pourraient faire en sorte que nos projections soient surestimées par rapport à la réalité

Efficacité vaccinale plus faible contre le variant Delta

Transmissibilité moins élevée du variant Delta

Perte d'efficacité vaccinale dans le temps

Couverture plus faible qu'anticipée

Couverture plus forte qu'anticipée

Efficacité vaccinale faible chez les personnes à risque de complications (ex: immunosupprimées)

Couverture plus élevée chez les personnes à risque de complications

Contacts plus élevés que ceux attendus

Contacts moins élevés que ceux attendus

Évènements de super-propagation

Éclosions dans des sous-groupes de la population non-vaccinés

Couverture plus élevée parmi des sous-groupes de la population qui ont beaucoup de contacts

Résumé

- Ces projections suggèrent que l'évolution de la 4^e vague demeure incertaine pour le moment. L'évolution de la 4^e vague dépendrait:
 - du niveau de transmission dans les écoles et dans les milieux avec une faible couverture vaccinale
 - de la transmissibilité et de la sévérité du variant delta (voir Annexe)
 - de la couverture vaccinale atteinte pour la 2^e dose et de l'efficacité vaccinale de 2 doses (voir Annexe)
- L'augmentation anticipée des cas serait observée principalement parmi les enfants de moins de 12 ans.
 - Malgré un risque faible de complications chez les enfants, un nombre important de cas dans ce groupe pourrait engendrer une augmentation des hospitalisations pédiatriques. Cette augmentation demeure incertaine étant donné le manque d'information concernant la sévérité du variant delta chez les enfants.
- L'augmentation anticipée des hospitalisations serait observée principalement parmi les adultes plus jeunes et non vaccinés
 - Cette augmentation des hospitalisations parmi les jeunes adultes pourrait avoir des conséquences sur la capacité hospitalière, particulièrement aux soins intensifs.
- Les 3 vagues précédentes ont occasionné des nombres considérables de cas, d'hospitalisations et de décès avec seulement 10-15 % de la population québécoise infectée et malgré la présence de mesures sanitaires sans précédent. En considérant qu'environ 24 % de la population n'est pas adéquatement vaccinée, le bassin de population qui pourrait être infecté lors de la 4^e vague demeure considérable.
- Tant qu'il y aura une transmission communautaire soutenue, il sera important de surveiller :
 - la transmission dans les écoles et la capacité hospitalière pédiatrique
 - la transmission dans les milieux avec une faible couverture vaccinale et parmi les personnes à haut risque de complications (ex. : CHSLD, RPA, centres hospitaliers)
 - le maintien de l'efficacité vaccinale avec 2 doses contre le variant delta, particulièrement chez les personnes à risque de complications.

Groupe de recherche en modélisation mathématique des maladies infectieuses

Centre de recherche du CHU de Québec - Université Laval

- Marc Brisson, PhD, directeur
- Guillaume Gingras, PhD, modélisateur principal
- Maxime Hardy, MSc, modélisateur
- Mélanie Drolet, PhD, épidémiologiste
- Jean-François Laprise, PhD, modélisateur

et l'équipe d'épidémiologistes, statisticiens, modélisateurs mathématiques et étudiants :

- Myrto Mondor, MSc
- Caty Blanchette, MSc
- Éric Demers, MSc
- Philippe Lemieux-Mellouki, MSc
- Aurélie Godbout, MD

Collaboratrice Imperial College London

- Marie-Claude Boily, PhD

Collaborateurs Université McGill

- Mathieu Maheu-Giroux, ScD
- David Buckeridge, PhD
- Arnaud Godin, MSc
- Yiqing Xia, MSc

Calcul Canada

- Charles Coulombe

Collaborateur Université de Montréal

- Benoît Mâsse, PhD

Collaborateurs Institut national de santé publique du Québec

- Gaston De Serres, MD, PhD
- Chantal Sauvageau, MD, FRCP(c)
- Rodica Gilca, MD, FRCP(c)
- Élise Fortin, PhD
- Nicholas Brousseau, MD, FRCP(c)
- Christophe Garenc, PhD
- Geneviève Deceuninck, MSc
- Zhou Zhou, PhD
- Rachid Amini, MSc

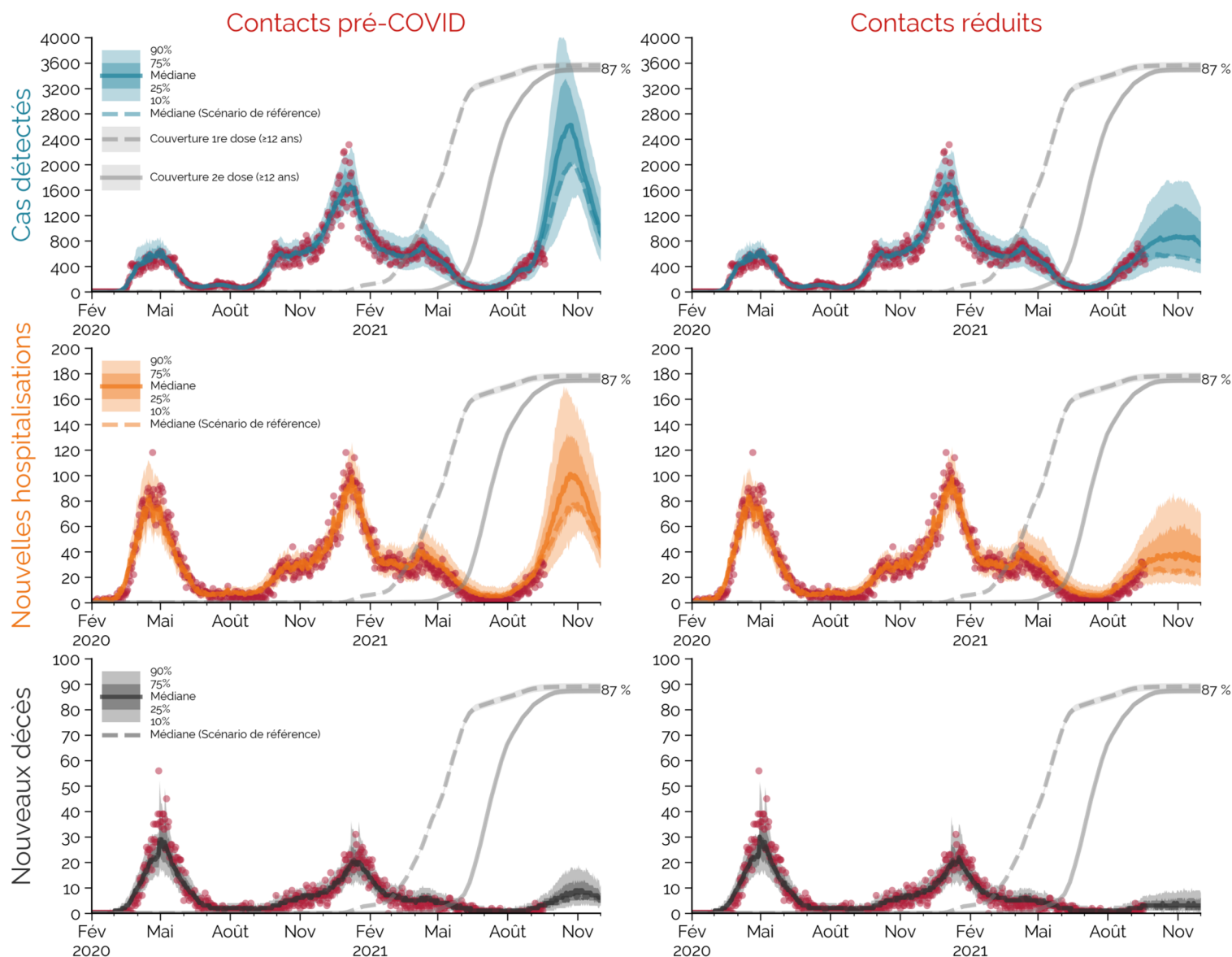
Annexe

Analyse de sensibilité

Ex: Grand Montréal

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Transmissibilité du delta plus élevée (1,5-1,7 x plus que le alpha)



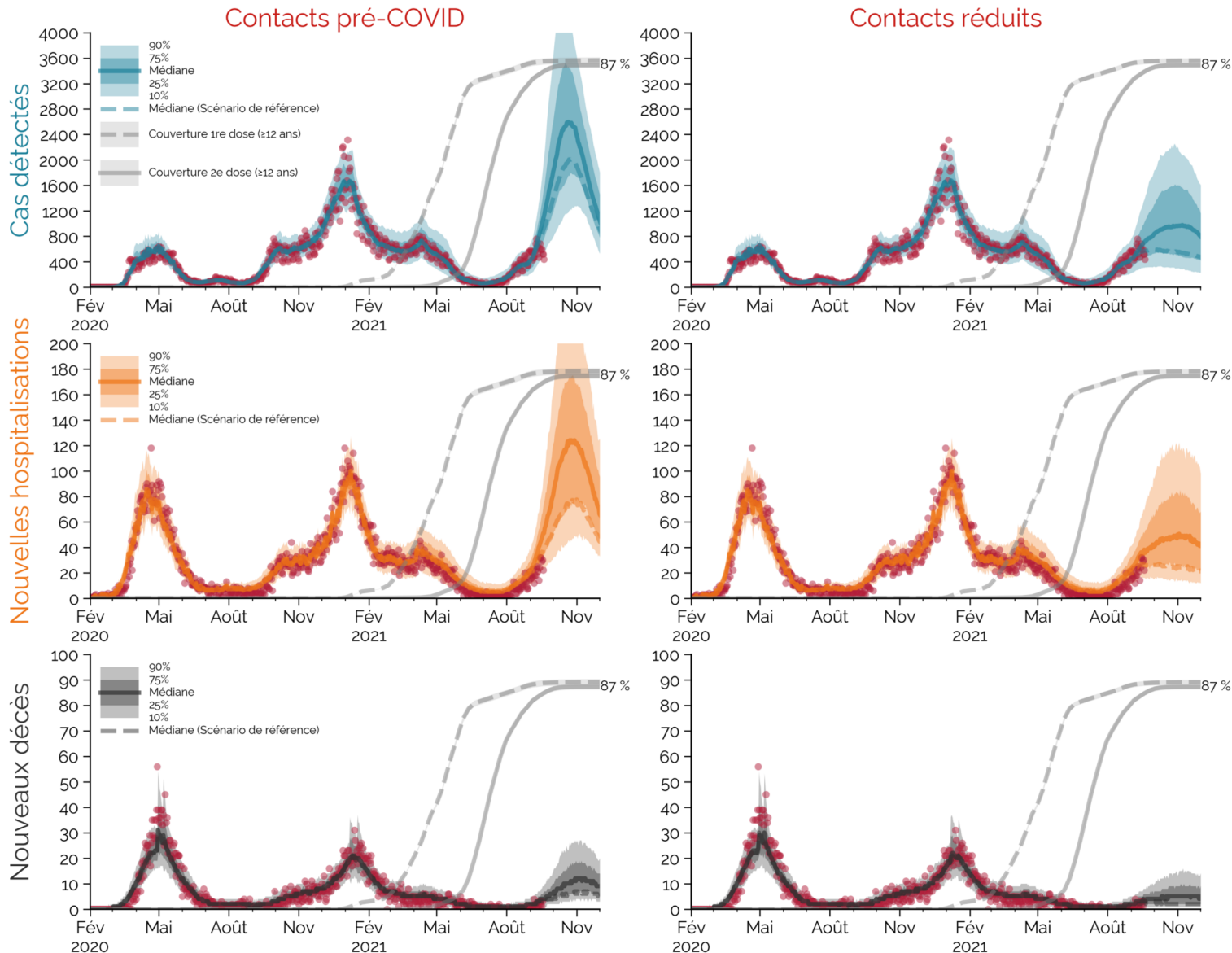
Nos scénarios avec une transmissibilité plus élevée du **delta** produisent une 4^e vague avec plus de cas et d'hospitalisations et d'une durée plus longue de la vague que nos scénarios de base.

Scénario de référence (lignes pointillées):

- Transmissibilité du **delta** = 1,3-1,7 x plus que le Alpha

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Efficacité vaccinale plus faible (EV = 80-95 %)



Scénarios avec une efficacité vaccinale plus faible (80-95 % après 2 doses) que dans nos scénarios de base :

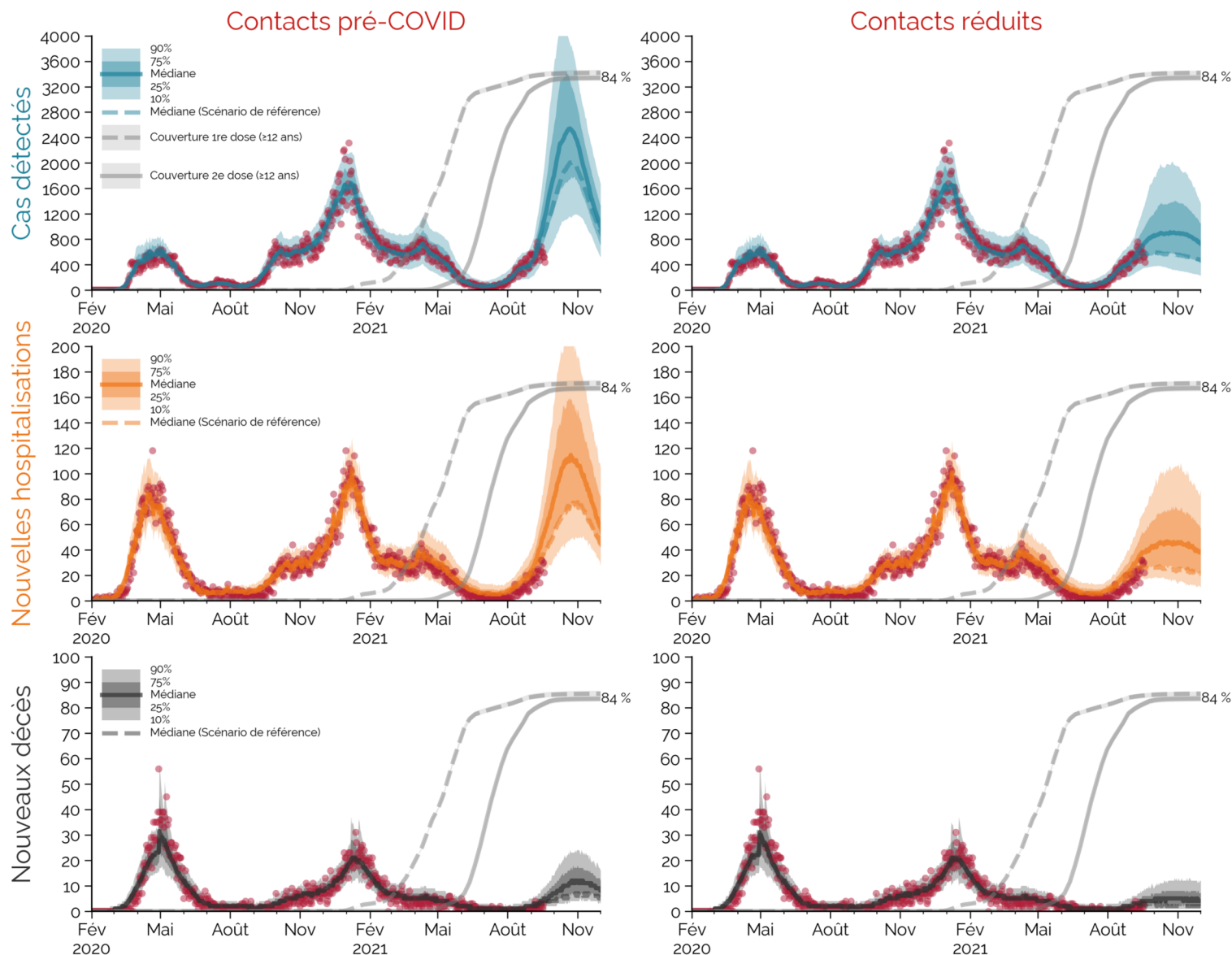
- Selon le scénario de contacts pré-COVID, le modèle prédit une augmentation importante des cas et des hospitalisations dans le Grand Montréal. Les cas et les hospitalisations pourraient atteindre un niveau plus élevé que celui de la 2^e vague (janvier 2021).
- Selon le scénario de contacts réduits, le modèle prédit une augmentation plus lente des cas et des hospitalisations. Ceux-ci pourraient atteindre des niveaux entre ceux des 2^e (janvier 2021) et 3^e vagues (avril 2021).

Scénario de base (lignes pointillées) :

- Efficacité vaccinale après 2 doses = 90-99 %

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Couverture vaccinale pessimiste ($V = 83\%$)



Scénarios avec une couverture vaccinale plus faible (couverture pessimiste = 83 %) que dans nos scénarios de base:

- Selon le scénario de contacts pré-COVID, le modèle prédit une augmentation importante des cas et des hospitalisations dans le Grand Montréal. Les cas et les hospitalisations pourraient atteindre un niveau plus élevé que celui de la 2^e vague (janvier 2021).
- Selon le scénario de contacts réduits, le modèle prédit une augmentation plus lente des cas et des hospitalisations. Ceux-ci pourraient atteindre des niveaux entre ceux des 2^e (janvier 2021) et 3^e vagues (avril 2021).

Scénario de base (lignes pointillées) :

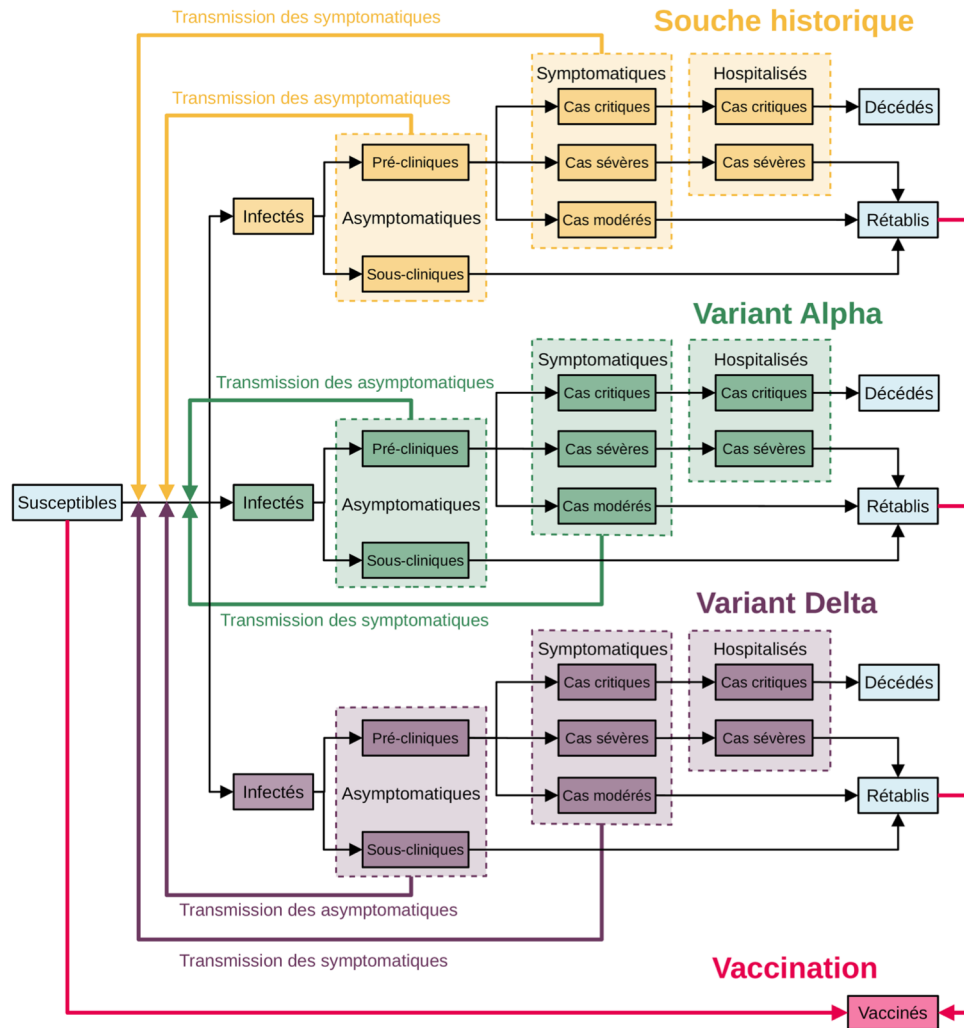
- Couverture réaliste (87 % des 12 ans et plus en octobre)

Méthodes

Modélisation

Description du modèle avec des variants plus transmissibles

Diagramme du modèle dynamique



Hypothèses:

- Les variants et la souche historique ont :
 - la même histoire naturelle
- Le variant alpha est :
 - 1,2 à 2,0 fois plus transmissible par contact que la souche de base (1)
 - 1,1 à 1,8 fois plus sévère (2)
- Selon des données préliminaires, le variant delta pourrait être :
 - 1,3 à 1,7 fois plus transmissible par contact que le variant alpha (3)
 - 1,3 à 2,2 fois plus sévère que le variant alpha (3)
- 100 % de protection croisée
- Saisonnalité : Réduction du risque de transmission de 10-20 % du début mai à la mi-août

Les boîtes représentent les différents états de santé (infection/maladie) dans lesquels un individu du modèle peut se retrouver pour chaque groupe d'âge. Les flèches noires représentent les transitions entre les états de santé et les flèches de couleurs représentent les voies de transmission (dans le même groupe d'âge ainsi qu'entre les différents groupes d'âge). Le nouveau variant modélisé représente un ensemble de variants plus transmissibles avec des caractéristiques de transmission et de sévérité similaires. Références: (1) Davies, Science 2021 (<https://science.sciencemag.org/content/early/2021/03/03/science.abg3055>), (2) <https://www.gov.uk/government/publications/nervtag-paper-on-covid-19-variant-of-concern-b117>, (3) https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/993427/S1289_Imperial_Roadmap_Step_4.pdf

Prédictions de l'évolution de la courbe épidémique

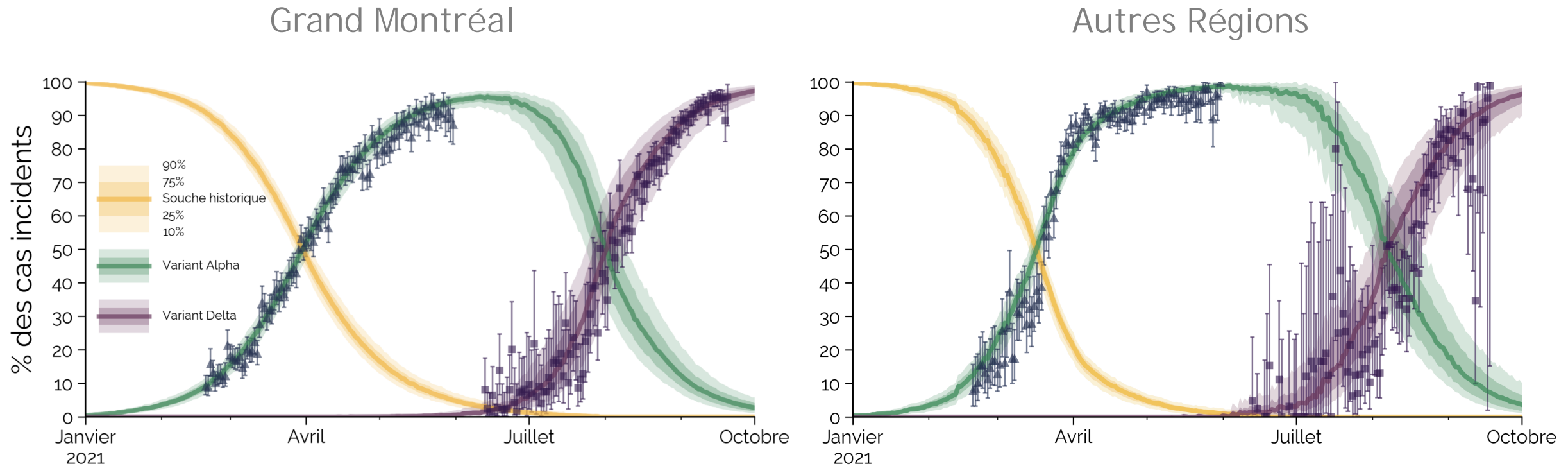
- Régions

- Grand Montréal (Montréal, Laval, Laurentides, Lanaudière, Montérégie)
- Autres Régions

- Calibration

- Nous avons calibré notre modèle aux données jusqu'au 22 septembre.
- Pour chaque scénario, nous avons retenu les 500 prédictions qui reproduisent le mieux les données d'hospitalisations, de décès et de séroprévalence (étude 1 et étude 2 d'Héma Québec) pour 8 groupes d'âge (0-5, 6-11, 12-17, 18-25, 26-45, 46-65, 66-75, et > 75 ans).
- Pour tenir compte du variant, nous avons aussi calibré nos simulations aux données de criblage (% de tous les cas criblés qui sont positifs pour les variants par jour).
- Les cas détectés sont estimés en appliquant un taux de détection aux projections des nouvelles infections (cas cliniques + sous-cliniques). Le taux de détection est obtenu en faisant le ratio moyen sur 30 jours des nouvelles infections projetées et des cas déclarés.

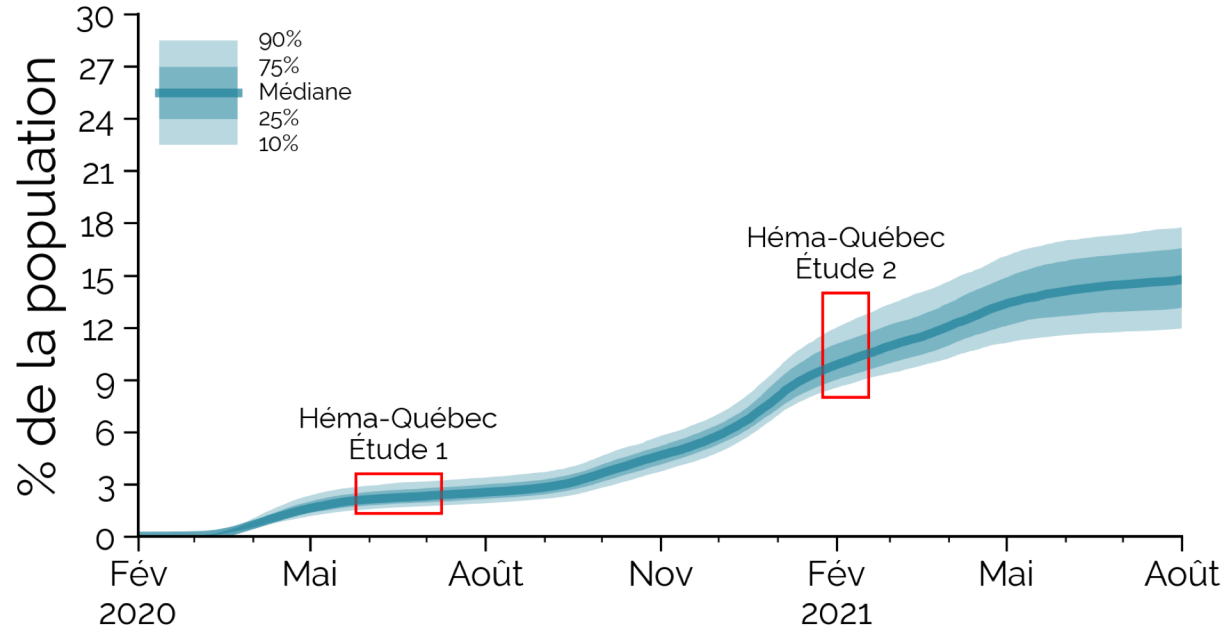
Calibration Proportion des cas incidents de la COVID-19 reliés aux variants



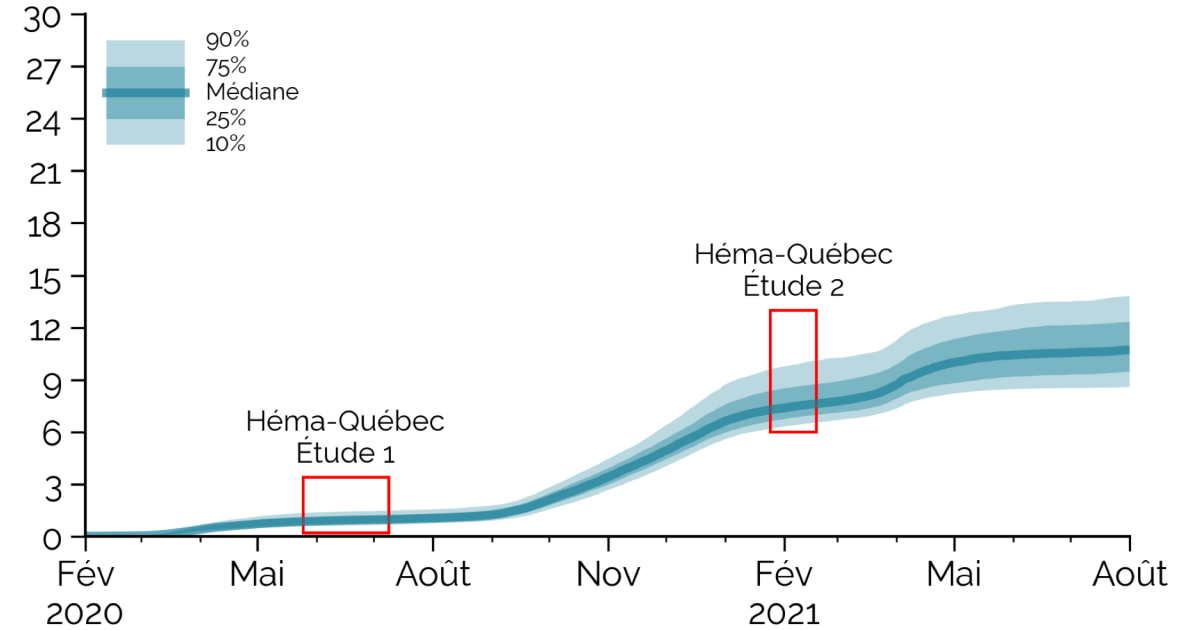
Triangles gris, données INSPQ/MSSS. Criblage positif au premier criblage; Carrés mauves, données INSPQ/MSSS. Criblage négatif au premier criblage ajusté selon la proportion de Delta présumé au 2^e criblage

Calibration Séroprévalence des études de Héma-Québec

Grand Montréal

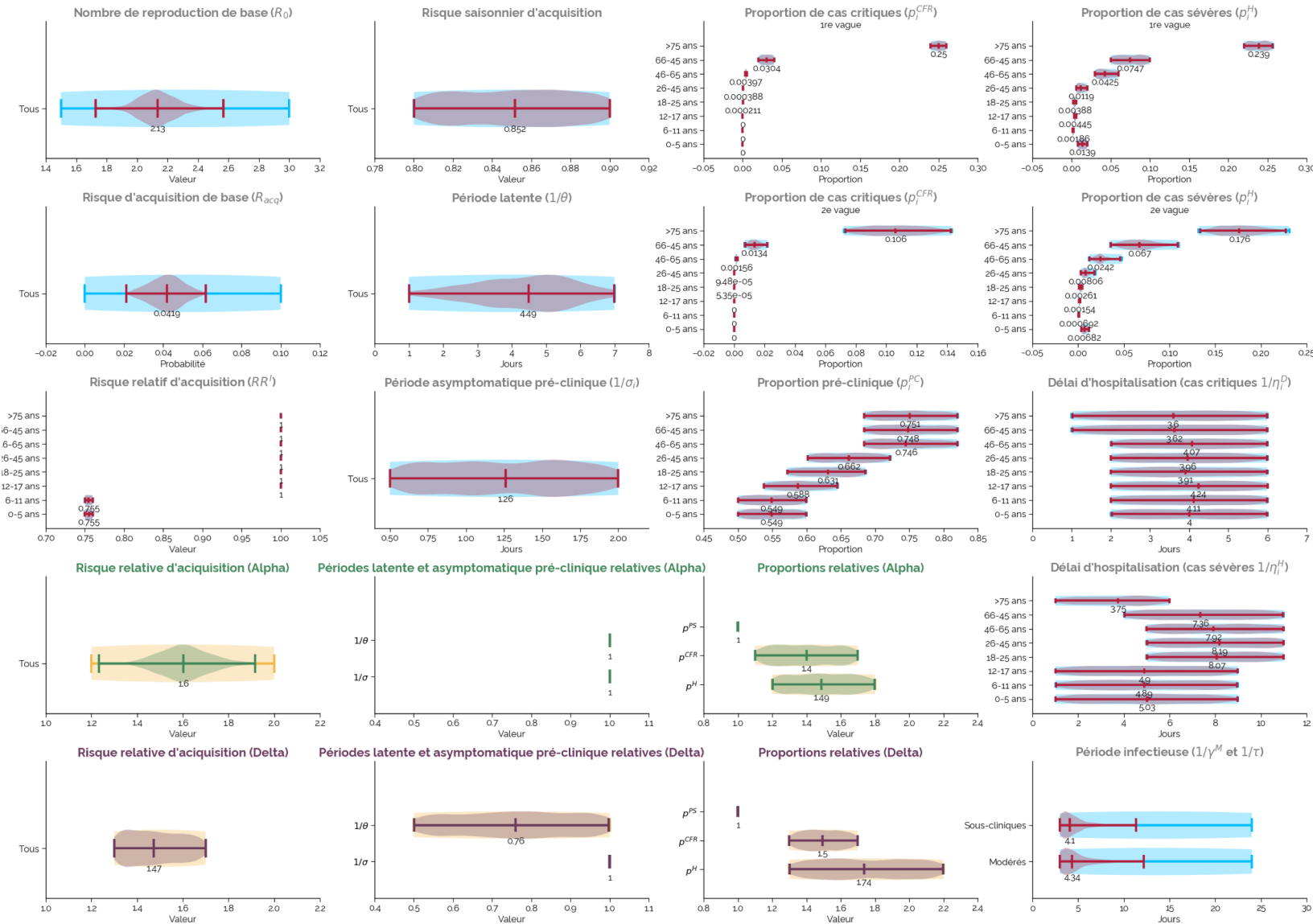


Autres Régions



Paramètres - Histoire naturelle

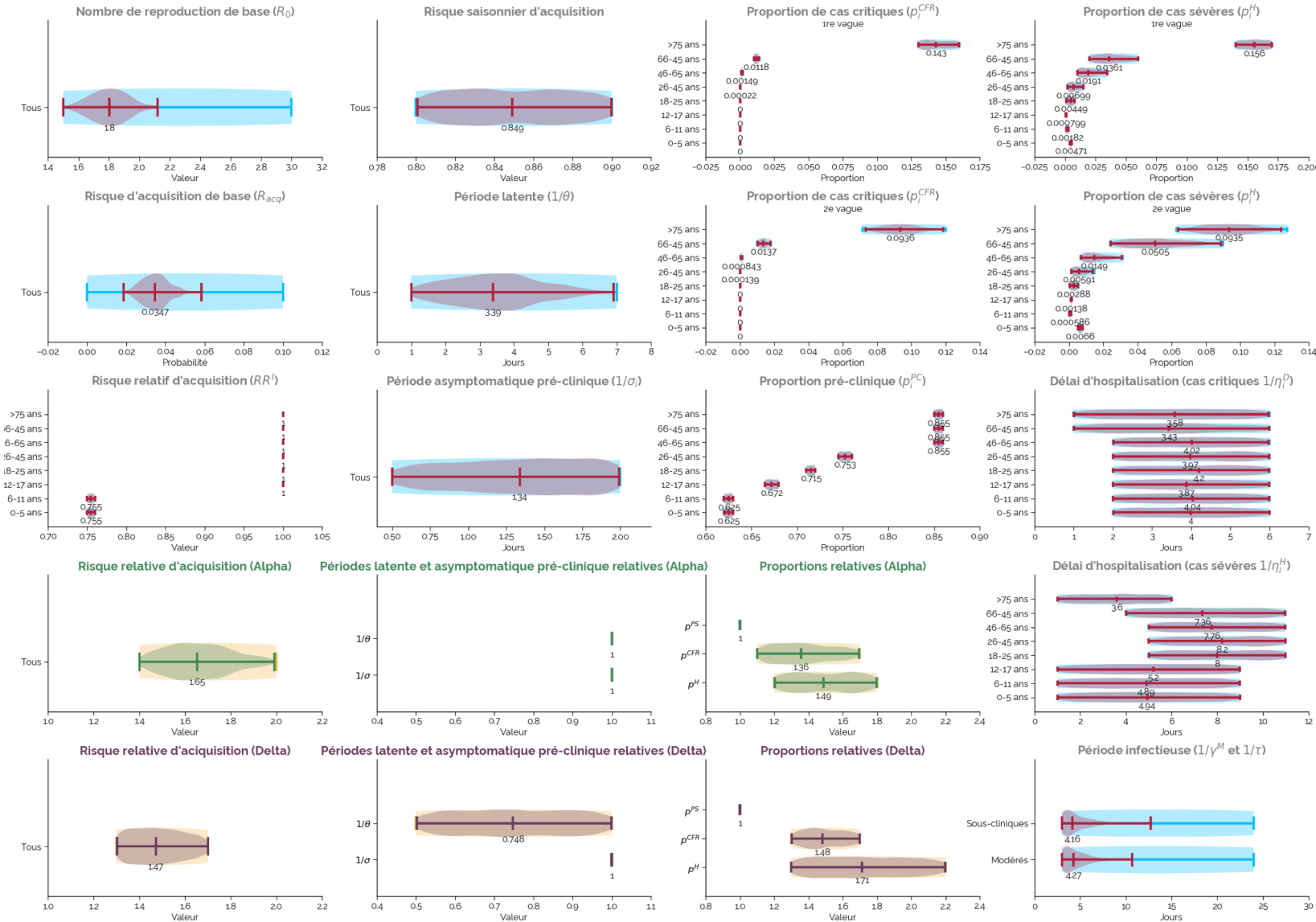
Grand Montréal avec variants



Références: 1-5, 13, 17, 20,21,22,V-10/TSP, Med-Echo et PHAC (Agency Modelling Group Report), Davies (Estimated transmissibility and impact of SARS-CoV-2 Variant of Concern 202012/01 in England, preprint), <https://www.gov.uk/government/publication/s/nervtag-paper-on-covid-19-variant-of-concern-b117>. Les zones bleues montrent les distributions d'échantillonnage uniformes (distribution a priori) tandis que les zones rouges montrent les distributions résultantes (distributions a posteriori) de toutes les simulations calibrées.

Paramètres - Histoire naturelle

Autres Régions avec variants



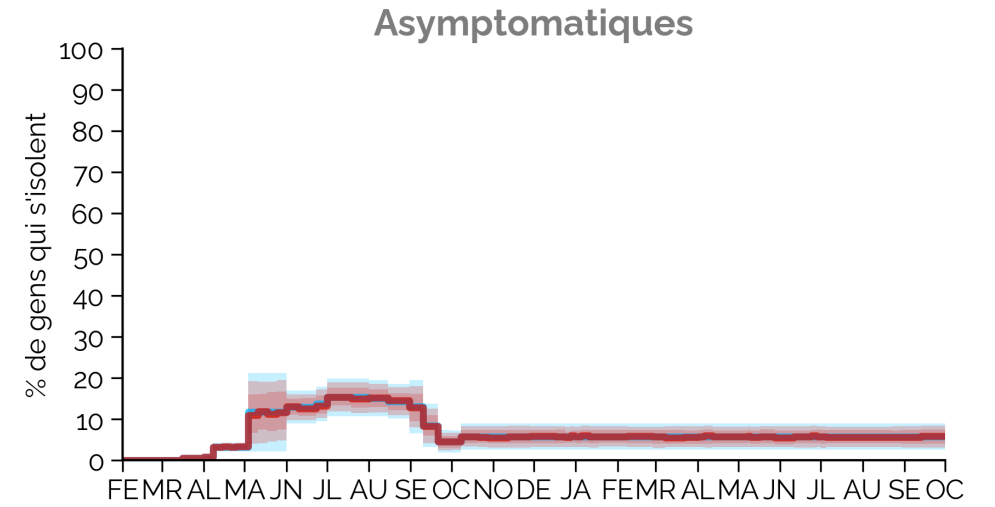
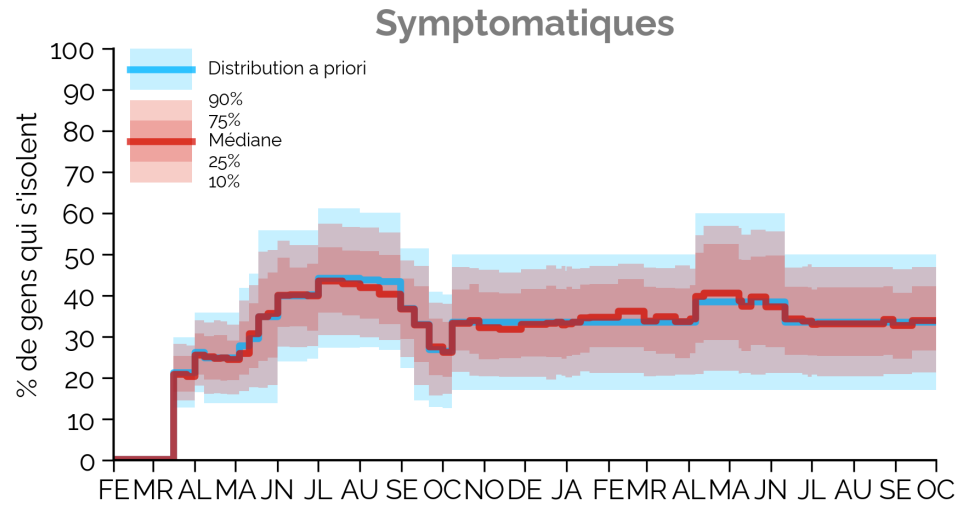
Références: 1-5, 13, 17, 20,21,22,V-10/TSP, Med-Echo et PHAC (Agency Modelling Group Report), Davies (Estimated transmissibility and impact of SARS-CoV-2 Variant of Concern 202012/01 in England, preprint), <https://www.gov.uk/government/publication/s/nervtag-paper-on-covid-19-variant-of-concern-b117>. Les zones bleues montrent les distributions d'échantillonnage uniformes (distribution a priori) tandis que les zones rouges montrent les distributions résultantes (distributions a posteriori) de toutes les simulations calibrées.

Dépistage

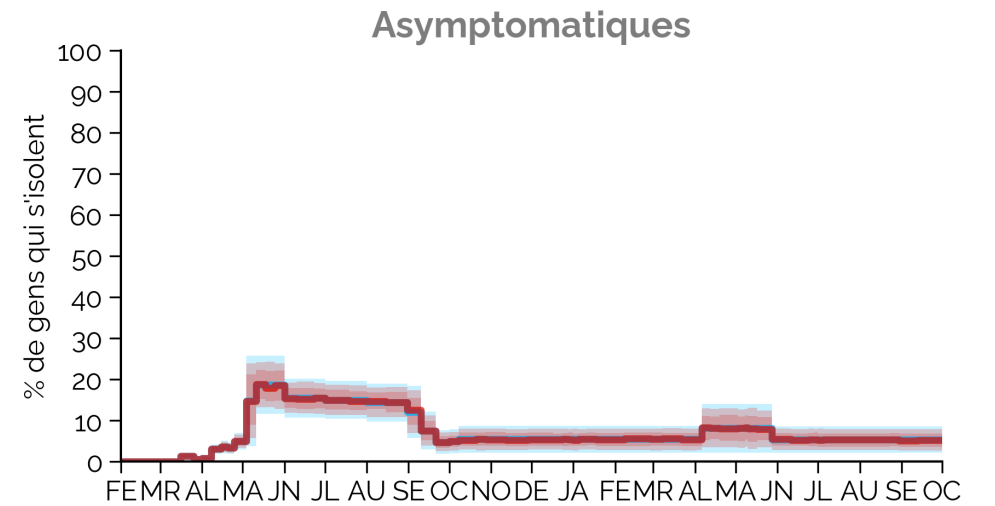
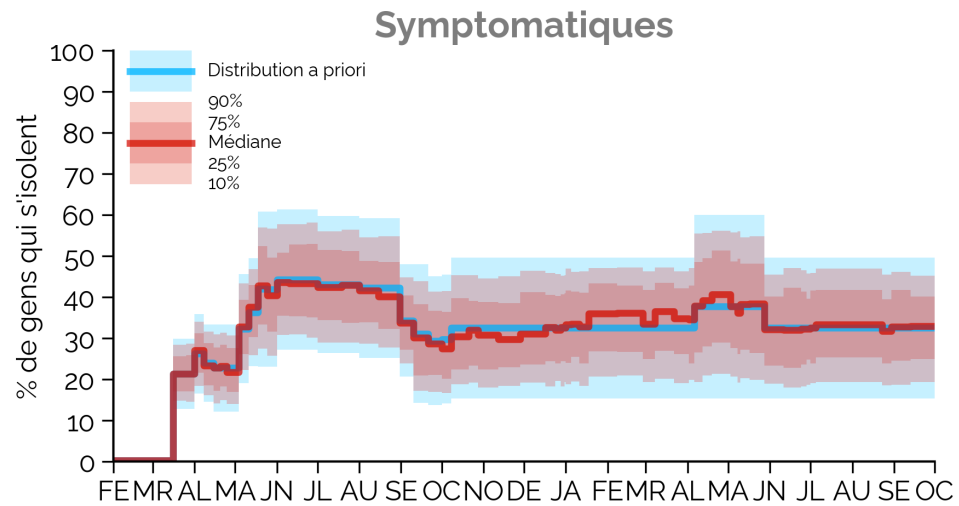
- Le dépistage a pour objectif de réduire le nombre de contacts d'une personne infectée dans la communauté en augmentant le nombre de jours infectieux isolés
 - L'amélioration du dépistage, du traçage et de l'isolement pourrait se faire par :
 1. une augmentation de la proportion des cas dépistés
 2. un délai plus court entre les symptômes, le test et l'isolement, et une bonne adhésion à l'isolement
 3. des résultats de tests plus rapides
 4. du traçage plus rapide et efficient
- La modélisation du dépistage est basée sur les indicateurs disponibles et certaines hypothèses
 - Indicateurs disponibles :
 - délais entre le début des symptômes, le test (prélèvement) et la déclaration du résultat
 - information concernant la présence de symptômes au moment du test (indicateur de la capacité de dépistage/traçage)
 - % des personnes qui iraient passer un test si elles avaient des symptômes (auto-rapporté)
 - % des cas qui se font tester (fonction de la séroprévalence et du nombre de tests positifs)
 - Hypothèses (en l'absence de données) :
 - moment à partir duquel une personne s'isole (min=moment du test, max=moment de l'annonce du résultat)
 - En combinant les indicateurs disponibles et nos hypothèses, nous modélisons:
 - la proportion de cas symptomatiques et asymptomatiques isolés
 - le nombre de jours infectieux isolés pour les cas symptomatiques et asymptomatiques

Dépistage - % isolement

- Grand Montréal



- Autres Régions



Données calibration du modèle

Données	Stratifications	Sources de données
Séroprévalence	<ul style="list-style-type: none">• Âge• Région	<ul style="list-style-type: none">• Étude Héma Québec
Hospitalisations	<ul style="list-style-type: none">• Âge• Région• Provenance (maison, CHSLD)• Date d'admission	<ul style="list-style-type: none">• Banques de données GESTRED et Med-Écho• Banque de données Évolution cas CHSLD, RPA, RI-RTF, et autres milieux de vie, INSPQ (n'est plus disponible)• Données COVID-19 au Québec (Infocentre de santé publique du Québec, MSSS, disponible à: https://www.inspq.qc.ca/covid-19/donnees)
Décès	<ul style="list-style-type: none">• Âge• Région• Lieu du décès (hôpital, CHSLD, maison)• Date du décès	<ul style="list-style-type: none">• Banque de données ASPC-V10, TSP• Banque de données Évolution cas CHSLD, RPA, RI-RTF, et autres milieux de vie, INSPQ (n'est plus disponible)• Données COVID-19 au Québec (Infocentre de santé publique du Québec, MSSS, disponible à: https://www.inspq.qc.ca/covid-19/donnees)

Paramètres Matrices de contacts sociaux avant et durant l'épidémie de COVID-19 au Québec

- CONNECT1 - 2018/19¹⁶ :
 - Seule étude canadienne qui a documenté les contacts sociaux de la population générale en temps « normal »
- CONNECT2, 3, 4, 5 et 6 - 2020-2021 :
 - Même méthodologie que CONNECT1
 - CONNECT2 (21 avril - 25 mai 2020)
 - CONNECT3 (3 juillet -14 octobre 2020)
 - CONNECT4 (6 novembre 2020 - 4 janvier 2021)
 - CONNECT5 (5 janvier - 31 mars 2021)
 - CONNECT6 (1^{er} avril - juin 2021)
- La comparaison des données des phases de CONNECT permet de :
 - Mesurer les changements de contacts de la population par lieu de façon objective
 - Prédire l'évolution de l'épidémie de la COVID-19 en considérant les changements de contacts sociaux de la population québécoise