

Modélisation de l'évolution de la Covid-19 au Québec

Marc Brisson, Ph.D., directeur

Guillaume Gingras, Ph.D., modélisateur principal

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

Mélanie Drolet, Ph.D., épidémiologiste principale

Jean-François Laprise, Ph.D., modélisateur

pour le groupe de modélisation COVID-19 ULAVAL/INSPQ

Rapport 14 – 29 avril 2021



Table des matières

I. Objectifs

II. Grand Montréal

- [Scénario de la vaccination](#)
- [Scénarios de contacts sociaux](#)
- [Évolution de la COVID-19](#)
- [Impact selon l'âge](#)
- [Évolution du variant](#)

III. Autres Régions

- [Scénario de la vaccination](#)
- [Scénarios de contacts sociaux](#)
- [Impact des mesures sanitaires](#)
- [Impact de l'adhésion aux mesures sanitaires](#)
- [Impact des options de sorties des mesures spéciales d'urgences](#)
- [Évolution des variants](#)

IV. Résumés et éléments importants pour l'interprétation des résultats

V. Annexe

- [A. Grand Montréal - Impact de la couverture vaccinale](#)
- [B. Grand Montréal - Cas totaux](#)
- [C. Autres régions - Impact de la couverture vaccinale](#)
- [D. Autres régions - Cas totaux et cas actifs](#)
- [E. Méthodes - Modélisation](#)

Objectifs

Grand Montréal

- **Prédire l'évolution potentielle de l'épidémie de la COVID-19 :**
 - avec l'introduction d'un **variant plus transmissible** (variant britannique - B.1.1.7)
 - avec l'introduction de la **vaccination de la population générale**
 - et selon des scénarios **d'adhésion aux mesures de zone rouge**

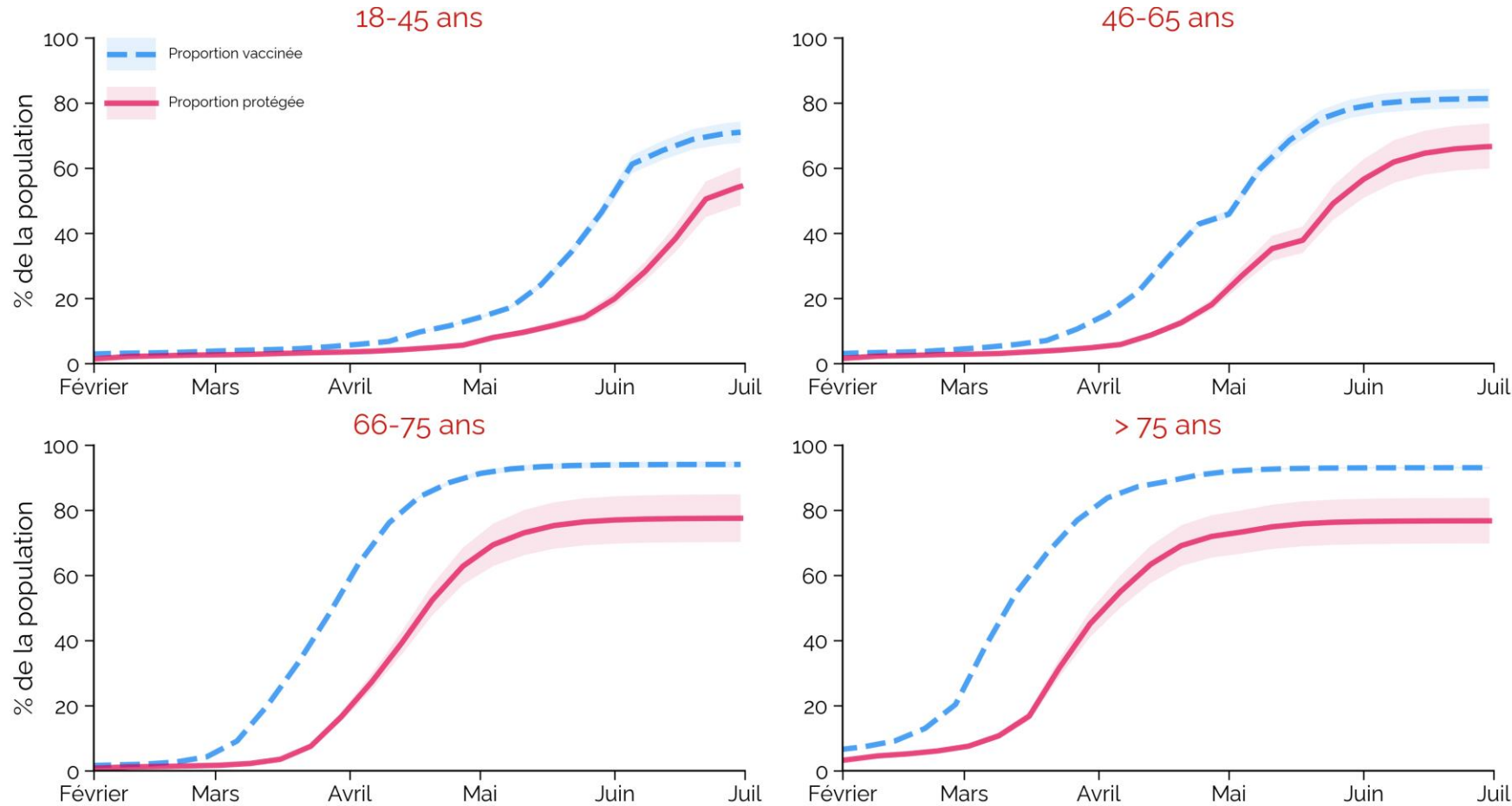
Autres Régions

- **À partir de scénarios hypothétiques, examiner les questions suivantes:**
 - Quel pourrait être l'impact de différentes mesures sanitaires (mesures de zone orange, de zone rouge ou mesures spéciales d'urgence) mises en place lors d'une croissance exponentielle des cas?
 - Quel pourrait être l'impact de l'adhésion aux mesures spéciales d'urgence sur l'évolution des cas et des hospitalisations?
 - Quel pourrait être l'impact de différentes options de sortie des mesures spéciales d'urgence sur l'évolution des cas et des hospitalisations?

Grand Montréal

Scénario de la vaccination

Grand Montréal



Hypothèses:

Proportion vaccinée: Le nombre de doses administrées suit le calendrier actuel du gouvernement du Québec (données de couverture par âge de l'INSPQ) et le nombre de doses attendues du gouvernement canadien.

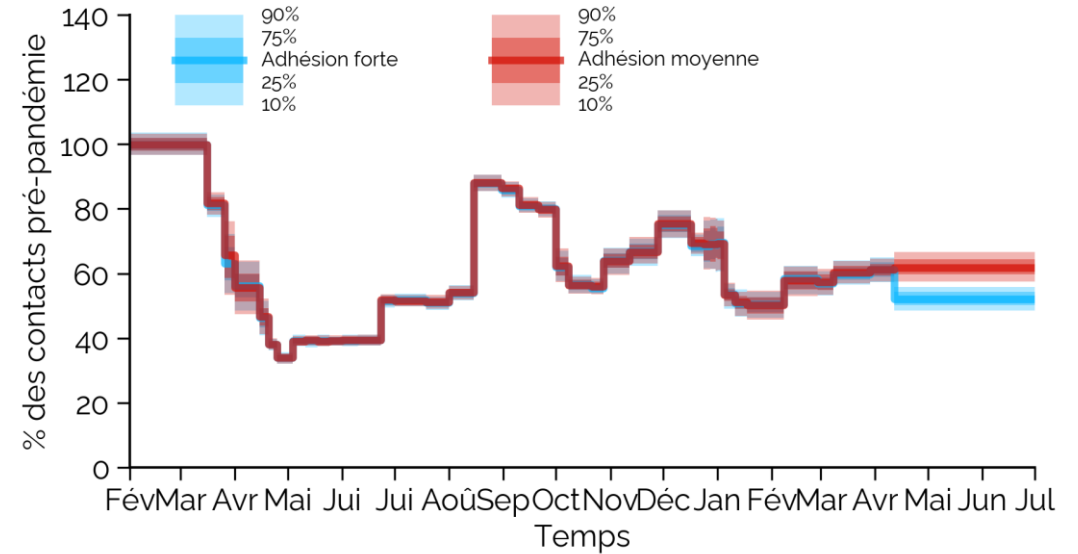
Proportion protégée: L'efficacité après une dose est de 75-90% contre les infections et la sévérité de la maladie (hospitalisations et décès) 2 à 3 semaines après la vaccination.

L'efficacité vaccinale est la même pour la souche historique et le variant et il n'y a pas de perte d'immunité vaccinale à court terme.

Scénarios de contacts sociaux

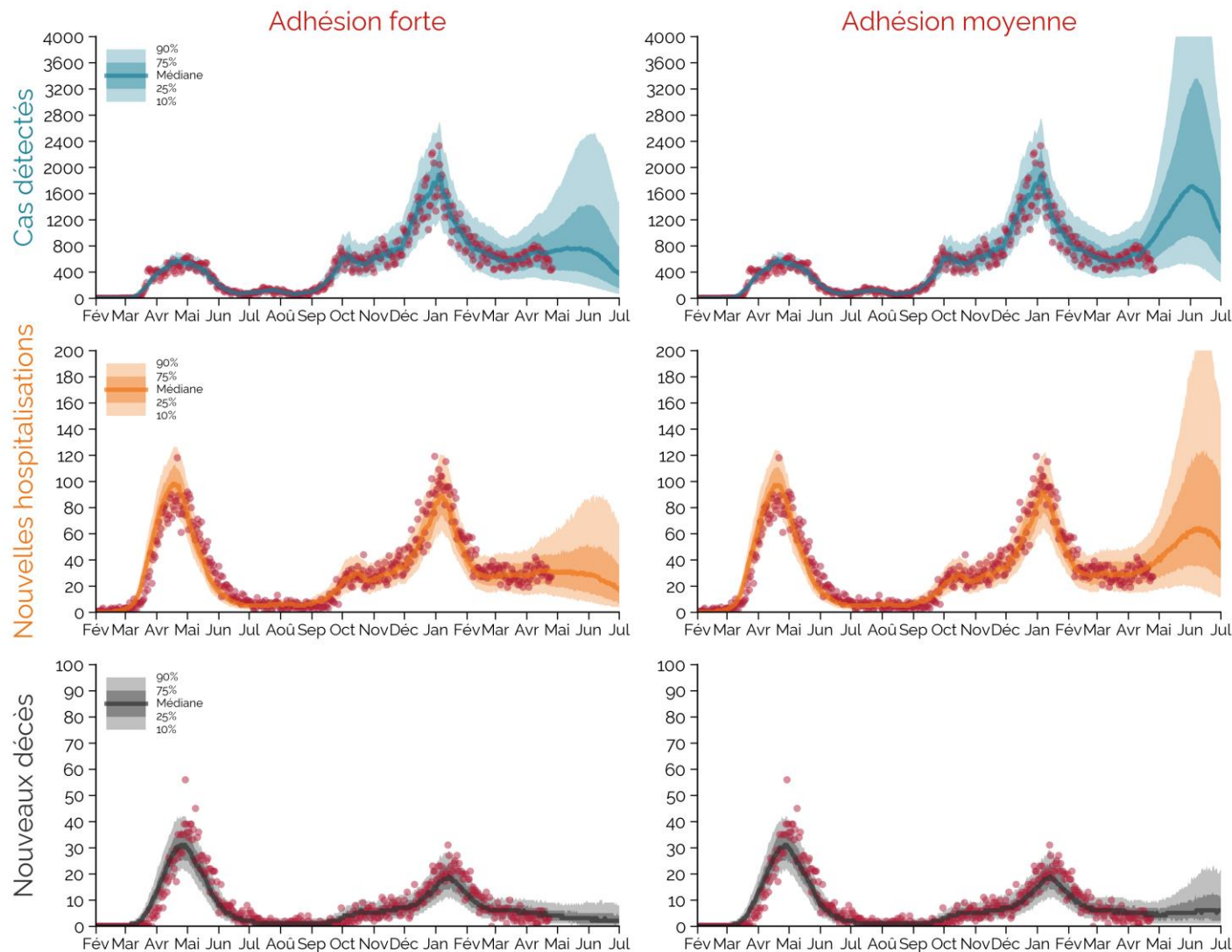
Grand Montréal – zone rouge

- Basés sur les données de l'étude CONNECT (avril 2020 - mars 2021), nous modélisons les changements de contacts sociaux qui nous permettent de reproduire l'évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal depuis le début de la pandémie.
- Nous avons modélisé 2 scénarios de contacts sociaux qui tiennent compte des mesures sanitaires en vigueur en zone rouge et de l'adhésion de la population aux consignes sanitaires (ex: distanciation physique, limite du nombre maximal de personnes, restriction des rassemblements, etc.):
 - **Adhésion forte**: augmentation de l'adhésion aux restrictions des visites/rassemblements **à partir du 12 avril** (contacts = janvier-février) et réduction des contacts dans les commerces; ce scénario pourrait se produire, par exemple, avec une augmentation des comportements préventifs en réponse à la montée des cas dans certaines régions du Québec et du Canada.
 - **Adhésion moyenne**: maintien des contacts du mois de mars.
- Pour tous les scénarios, nous modélisons l'école à temps plein des élèves de secondaire 3, 4 et 5 du 29 mars au 11 avril et un retour à l'école en alternance le 12 avril.



Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Selon le niveau d'adhésion à partir de la mi-avril – zone rouge



- Une **adhésion forte** aux mesures sanitaires à partir de la mi-avril permettrait de maintenir **les hospitalisations et les décès à un niveau stable**, puisque la croissance des infections serait plutôt chez les enfants et les jeunes adultes.
- Une **adhésion moyenne** aux mesures (poursuite des contacts mesurés en mars) pourrait occasionner une **augmentation importante des cas**. Cependant, une **haute couverture vaccinale permettrait d'atténuer l'impact sur les hospitalisations et les décès**.
- Les projections sont plus optimistes que celles du 18 mars et du 9 avril puisque nous tenons compte de la livraison de plus d'un million de doses supplémentaires au Québec (voir l'Annexe).

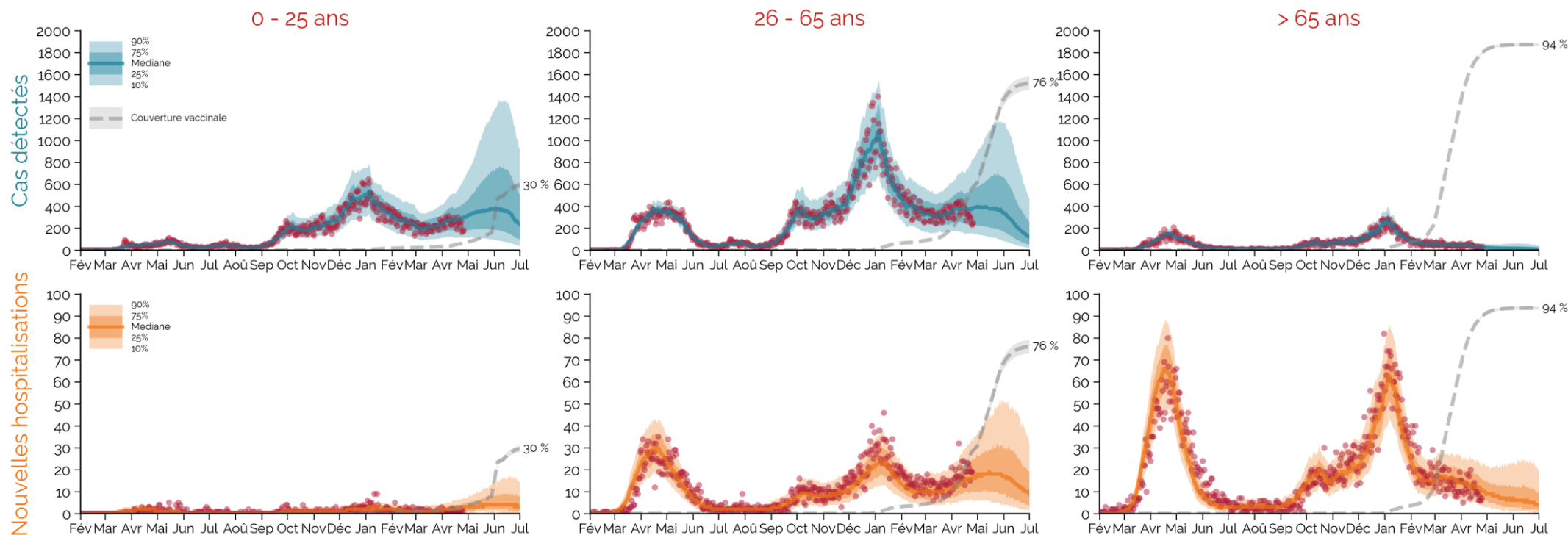
À noter:

- Le modèle prédit maintenant les **cas détectés** en appliquant un taux de détection aux projections des **nouvelles infections** (cas cliniques + sous-cliniques). Voir l'annexe pour les nouvelles infections.
- Des assouplissements futurs des mesures et un ralentissement du rythme de la vaccination ne sont pas inclus.
- Les projections ne tiennent pas compte d'effets saisonniers sur la transmission du virus ou d'événements de super-propagation.

Impact selon l'âge

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

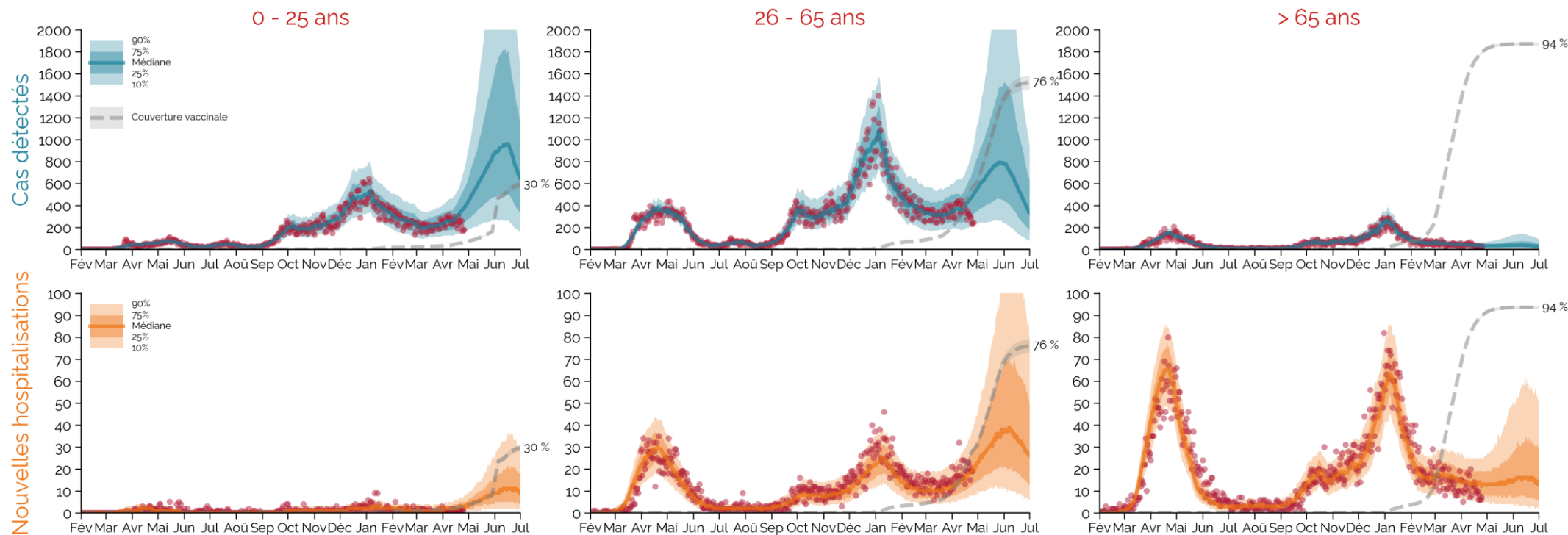
Selon le l'âge – adhésion forte - zone rouge



- Le modèle prédit une réduction de la transmission communautaire (et ainsi une réduction des cas détectés) en mai avec l'augmentation importante de la couverture vaccinale chez les adultes de 26 à 65 ans.
- Lors des 2 premières vagues, 2/3 des hospitalisations étaient chez les >65 ans. La haute couverture vaccinale dans ce groupe d'âge semble avoir atténué l'impact d'un nouveau variant sur les hospitalisations. Cependant, les hospitalisations pourraient continuer d'augmenter chez les adultes (26-65 ans) le temps que la vaccination produise son effet.

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Selon le l'âge – adhésion moyenne - zone rouge

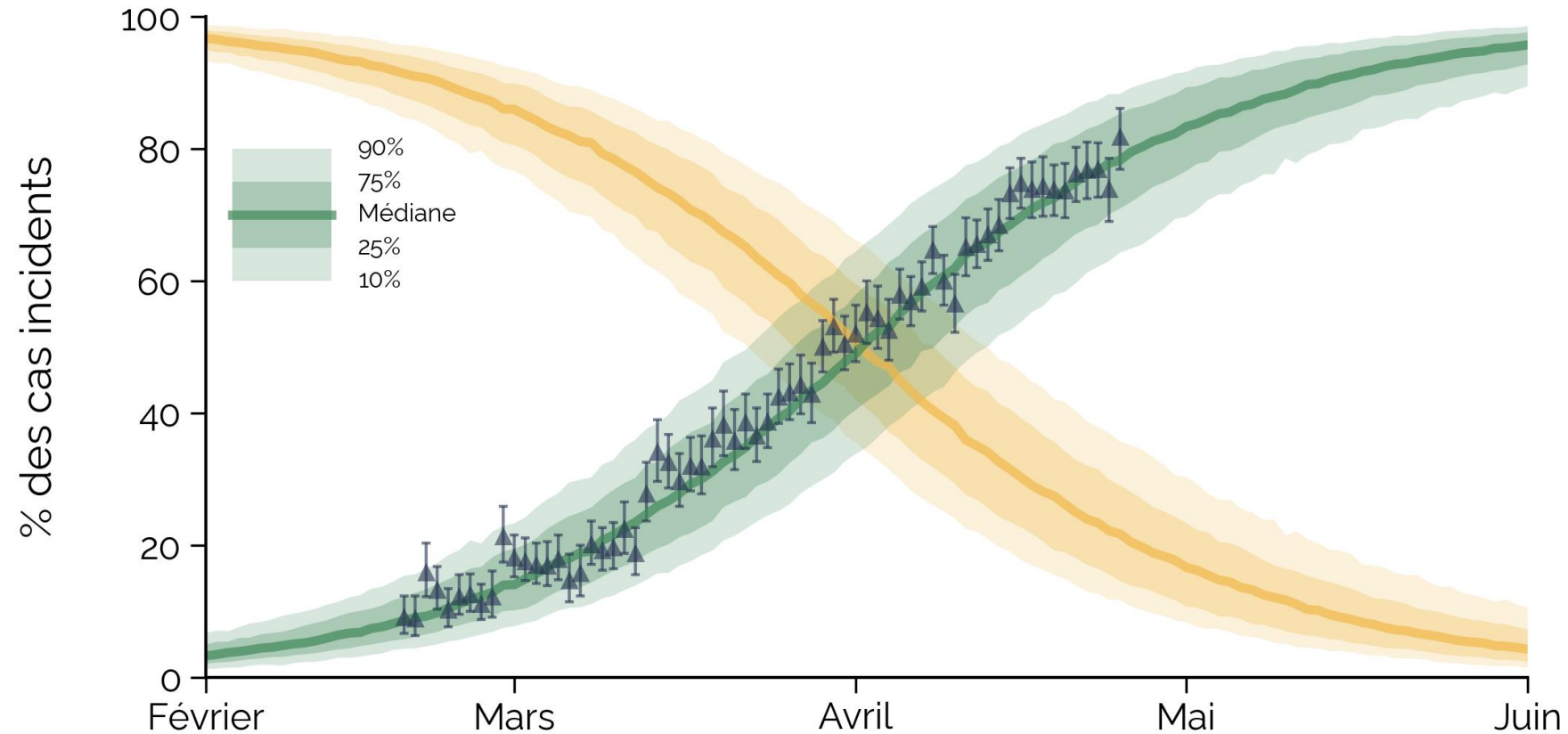


- Le modèle prédit une réduction de la transmission communautaire (et ainsi une réduction des cas détectés) en mai/juin avec l'augmentation importante de la couverture vaccinale chez les adultes de 26 à 65 ans.
- Lors des 2 premières vagues, 2/3 des hospitalisations étaient chez les >65 ans. La haute couverture vaccinale dans ce groupe d'âge semble avoir atténué l'impact d'un nouveau variant sur les hospitalisations. Cependant, les hospitalisations pourraient continuer d'augmenter chez les adultes (26-65 ans) le temps que la vaccination produise son effet.

Évolution des variants

Évolution d'un variant plus transmissible dans le Grand Montréal

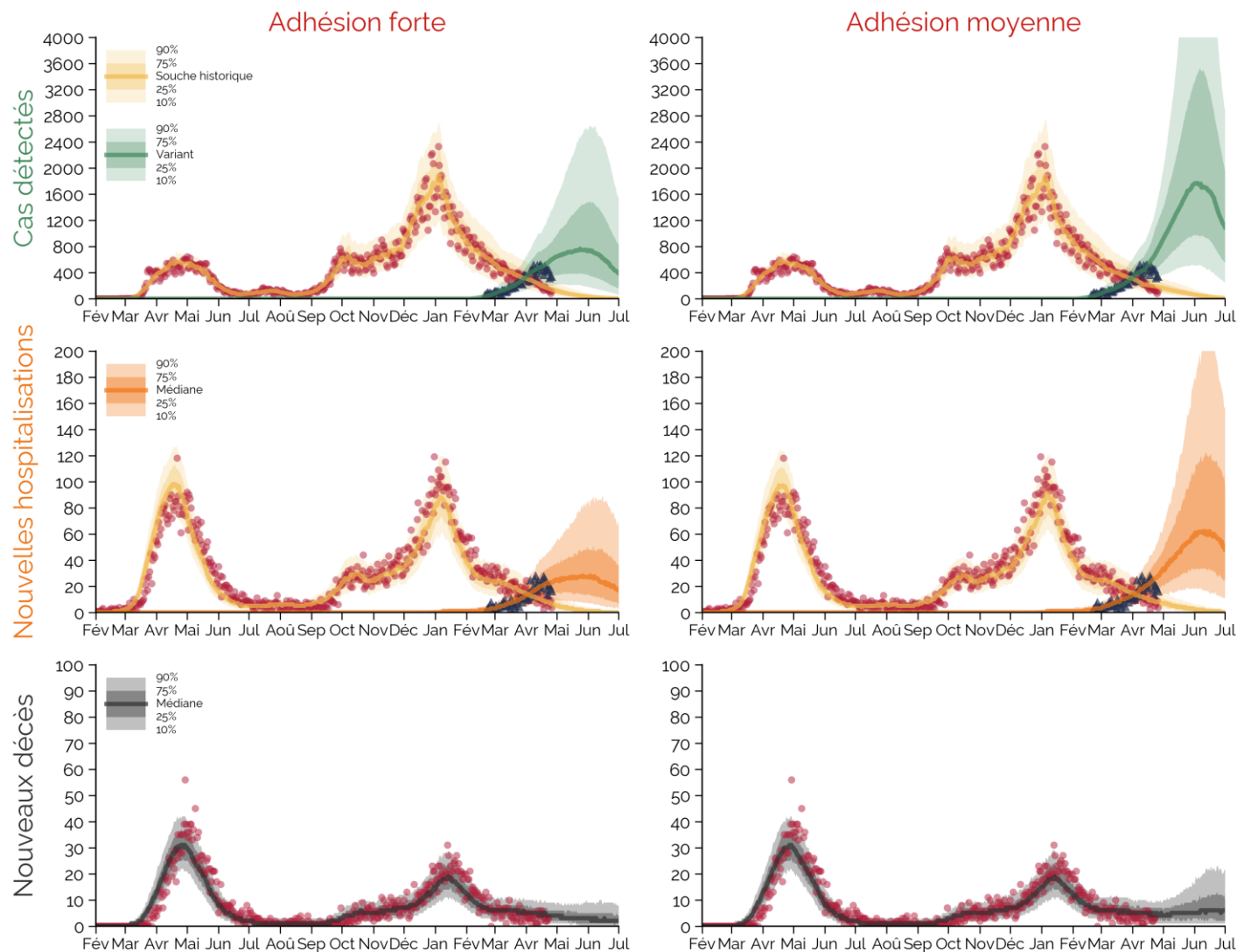
Proportion des cas de la COVID-19 reliés au variant (ex: variant britannique - B.1.1.7)



- Le **variant d'émergence britannique (lignes vertes)** est devenu **prédominant dans le Grand Montréal**. La souche historique compte maintenant moins de 20% des cas détectés.

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Selon le niveau d'adhésion à partir de la mi-avril – zone rouge



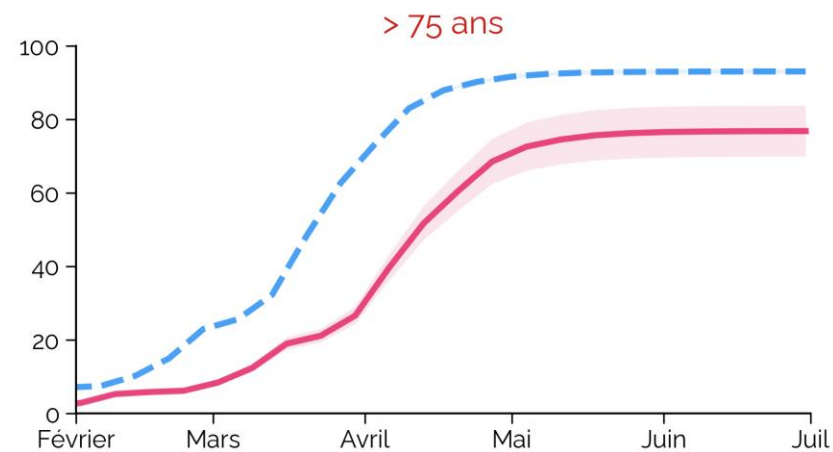
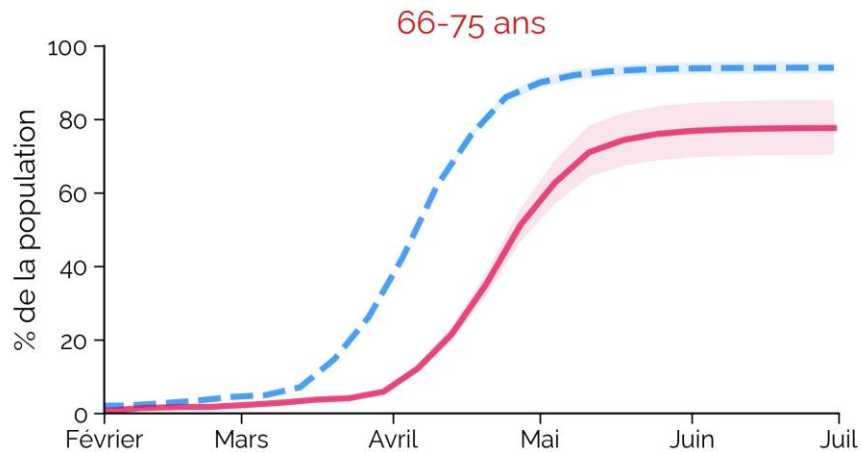
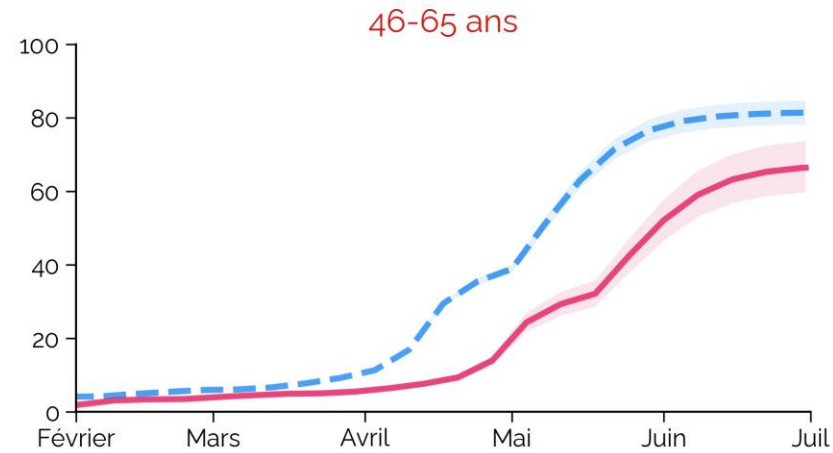
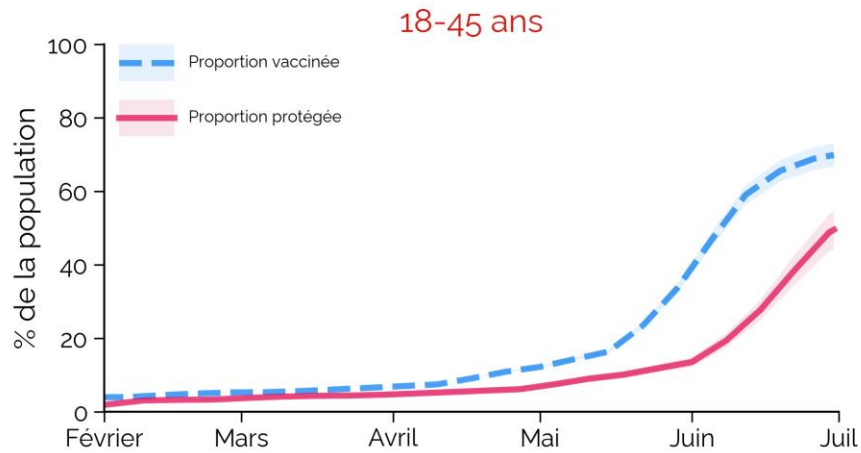
- Les mesures sanitaires en vigueur depuis janvier, la forte adhésion à ces mesures et la haute couverture vaccinale des populations ciblées semblent avoir ralenti la progression du variant dans le Grand Montréal.

Points rouges, données pour la souche historique. **Triangles gris**: Cas présomptifs (criblage) selon la date de prélèvement. 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'éclotions dans les CHSLD sont exclus.

Autres Régions

Scénario de la vaccination

Autres Régions



Hypothèses:

Proportion vaccinée: Le nombre de doses administrées suit le calendrier actuel du gouvernement du Québec (données de couverture par âge de l'INSPQ) et le nombre de doses attendues du gouvernement canadien.

Proportion protégée: L'efficacité après une dose est de 75-90% contre les infections et la sévérité de la maladie (hospitalisations et décès) 2 à 3 semaines après la vaccination.

L'efficacité vaccinale est la même pour la souche historique et le variant et il n'y a pas de perte d'immunité vaccinale à court terme.

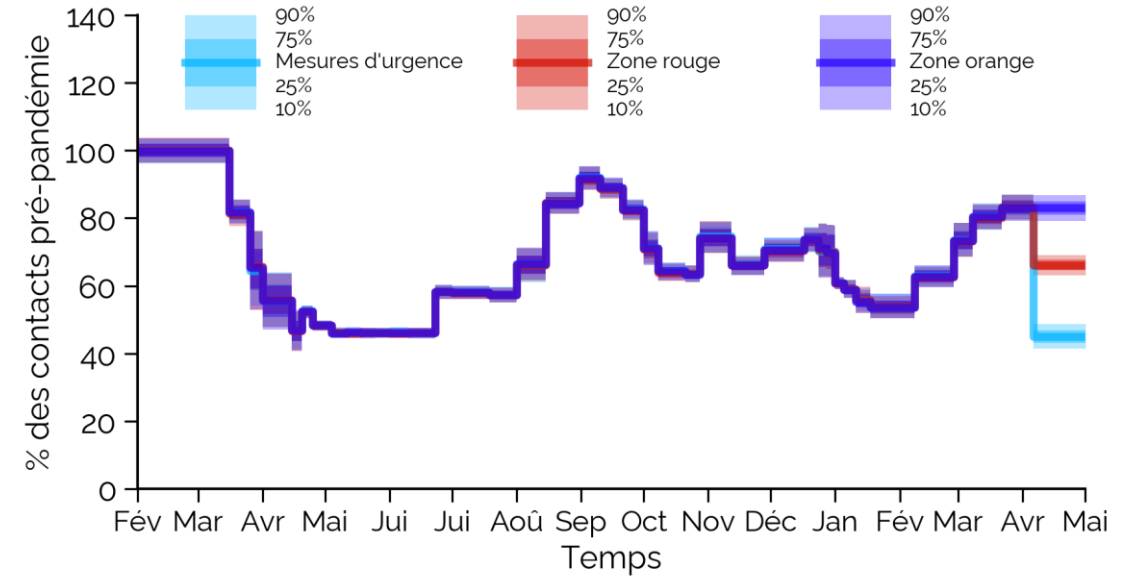
Scénarios de contacts sociaux pour les Autres Régions

- Étant donné la grande variabilité des mesures dans les régions à l'extérieur du Grand Montréal, les modélisations sont plus complexes à réaliser.
- Des **scénarios hypothétiques** nous permettent de mieux comprendre l'impact potentiel de différentes mesures sur l'évolution de la COVID-19 dans les autres régions.
- Avant le 6 avril, nous modélisons les niveaux de contacts des Autres régions basés sur l'étude CONNECT.
- À partir du 6 avril, nous modélisons des **scénarios hypothétiques** de changements de mesures dans l'ensemble des Autres régions combinées pour répondre aux questions suivantes:
 - Quel pourrait être l'impact de différentes mesures sanitaires (mesures de zone orange, de zone rouge ou mesures spéciales d'urgence) mises en place lors d'une croissance exponentielle des cas?
 - Quel pourrait être l'impact de différents niveaux d'adhésion aux mesures spéciales d'urgence sur l'évolution des cas et des hospitalisations?
 - Quel pourrait être l'impact de différentes options de sortie des mesures spéciales d'urgence sur l'évolution des cas et des hospitalisations?

Quel pourrait être l'impact de différentes mesures sanitaires mises en place lors d'une croissance exponentielle des cas?

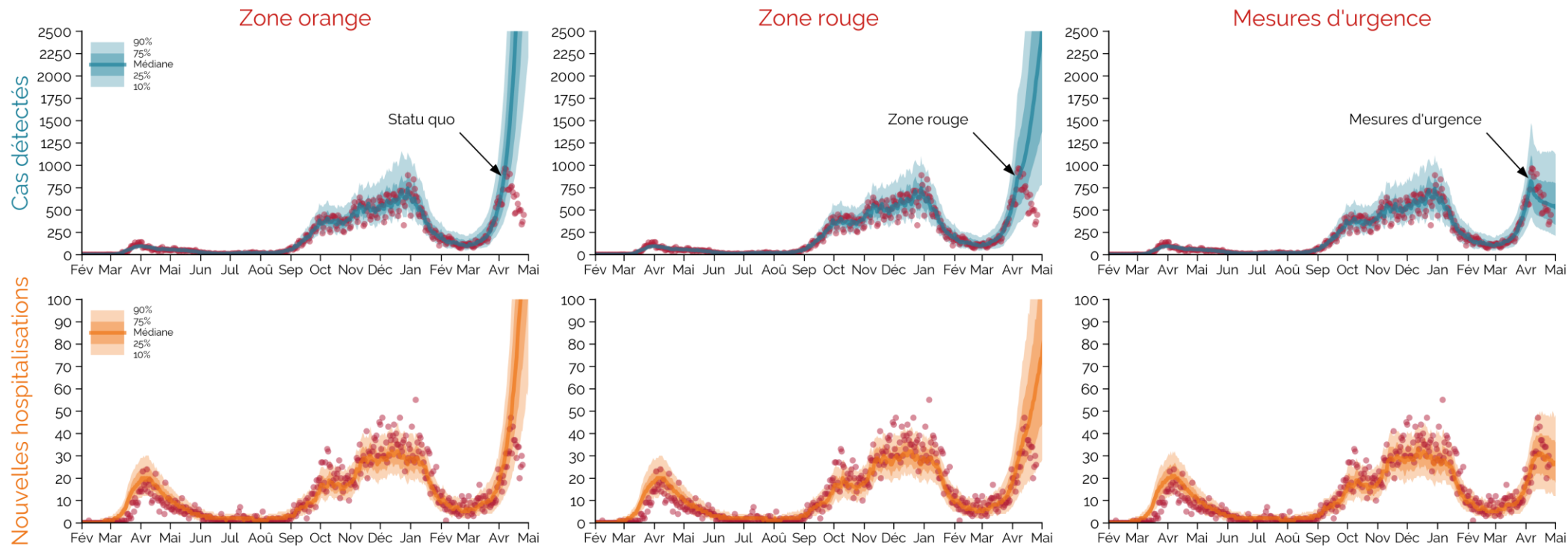
Scénarios de contacts sociaux pour les Autres Régions

- Scénarios hypothétiques de changements des mesures le 6 avril:
 - Statu quo des mesures de **zone orange** pour toutes les régions
 - Changement aux mesures de **zone rouge** pour toutes les régions (avec adhésion forte)
 - **Mesures spéciales d'urgence** pour toutes les régions



Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

Changements des mesures sanitaires dans toutes les régions à partir du 6 avril



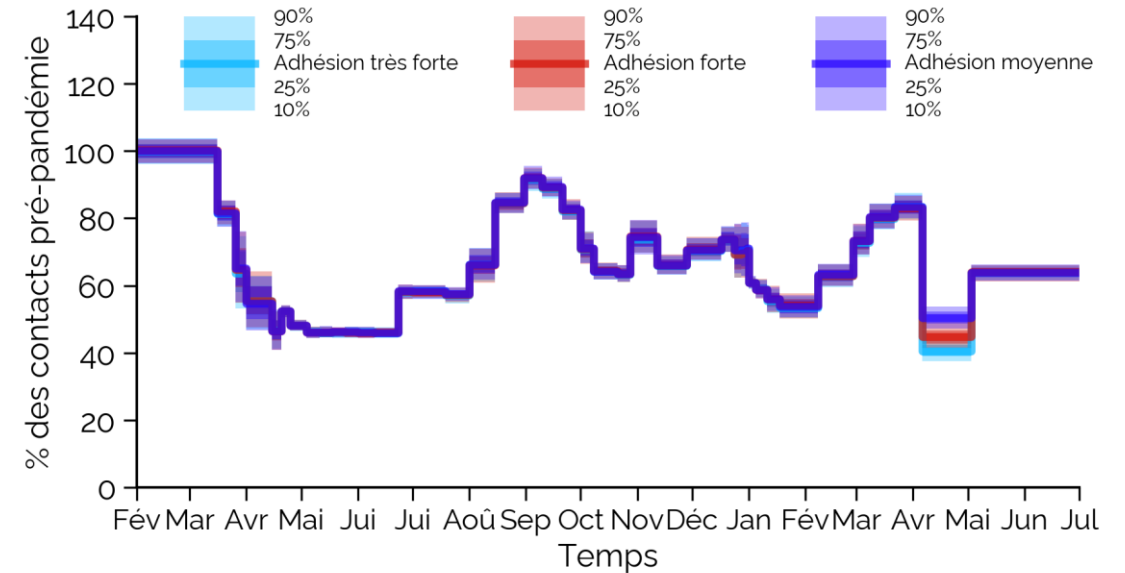
- Le modèle prédit que les mesures de zone orange et rouge n'auraient pas été suffisantes pour freiner l'augmentation exponentielle des cas et des hospitalisations. À titre comparatif, une montée exponentielle des cas est survenue en Irlande; les cas par jour ont augmenté de 300 à 6,800 entre le 10 décembre 2020 et le 10 janvier 2021.
- Une adhésion forte aux mesures spéciales d'urgence occasionnerait une diminution des cas et des hospitalisations.
- Les mesures d'urgence permettent:
 - de briser des chaînes de transmission pour ralentir la transmission communautaire,
 - de réduire la transmission et le fardeau hospitalier le temps d'atteindre une plus haute couverture vaccinale dans les Autres régions.

À noter: Le modèle prédit les **cas détectés** en appliquant un taux de détection aux projections des **nouvelles infections** (cas cliniques + sous-cliniques). Voir l'annexe pour les nouvelles infections. Les projections ne tiennent pas compte d'effets saisonniers sur la transmission du virus ou d'événements futurs de super-propagation.

Quel pourrait être l'impact de différents niveaux d'adhésion aux mesures spéciales d'urgence sur l'évolution des cas et des hospitalisations?

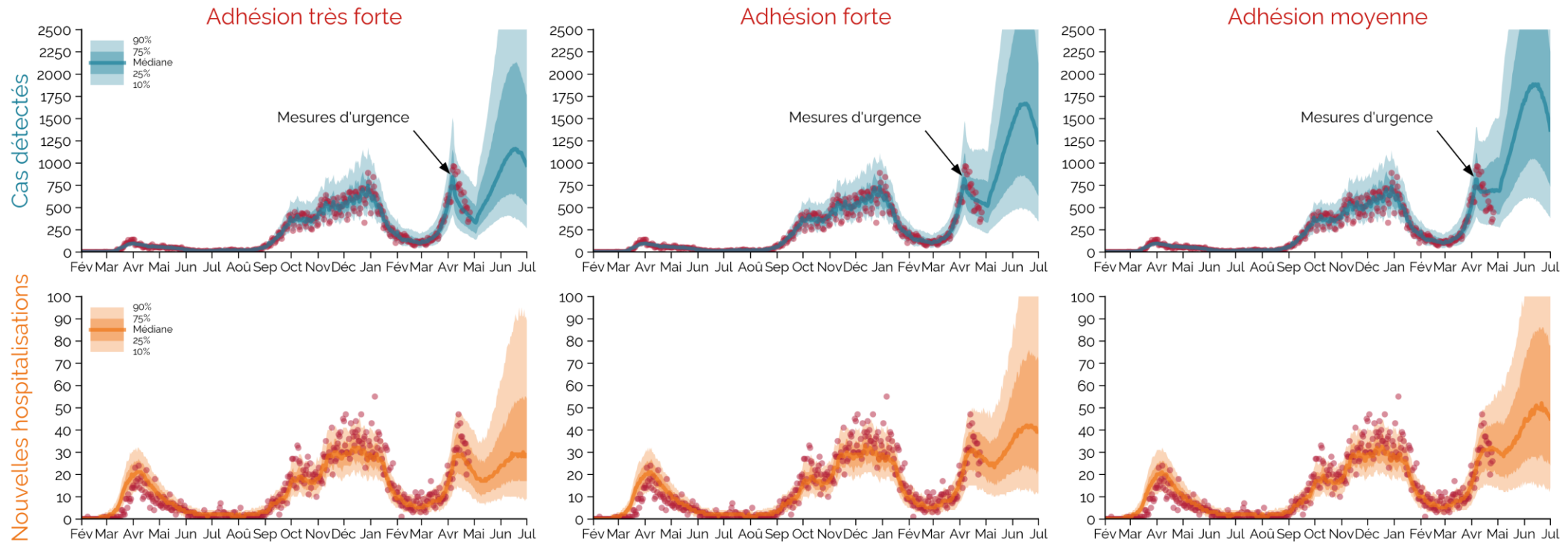
Scénarios de contacts sociaux pour les Autres Régions

- Scénarios hypothétiques de l'adhésion aux mesures spéciales d'urgence du 6 avril au 3 mai suivies des mesures de zone rouge (avec adhésion forte aux restrictions des visites/rassemblement, contacts = février)
 - **Adhésion très forte** aux mesures spéciales d'urgence pour toutes les régions
 - **Adhésion forte** aux mesures spéciales d'urgence pour toutes les régions
 - **Adhésion moyenne** aux mesures spéciales d'urgence pour toutes les régions



Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

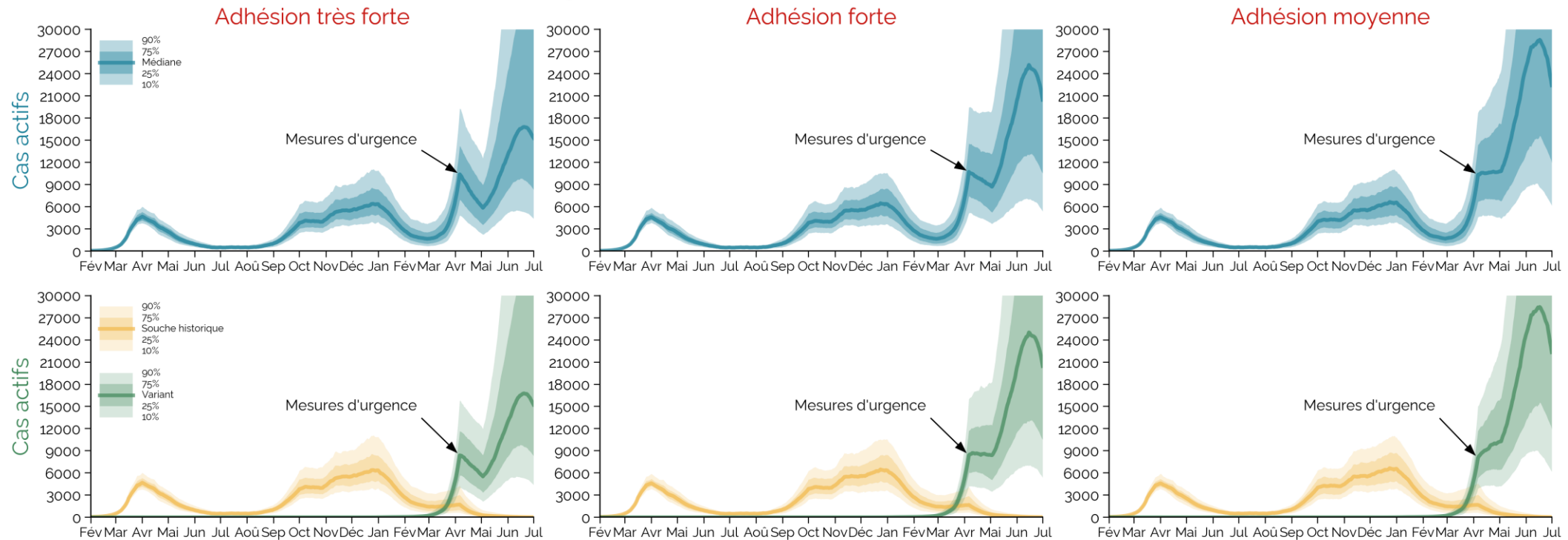
Selon le niveau d'adhésion aux mesures d'urgence – zone rouge à partir du 3 mai



- Un passage en zone rouge après les mesures spéciales d'urgence pourrait occasionner une recrudescence des cas (surtout chez les plus jeunes) et des hospitalisations. L'ampleur de cette augmentation dépendrait:
 - de l'adhésion aux mesures d'urgence,
 - de la réduction de la de transmission communautaire atteinte à la levée des mesures d'urgence (nombre de cas actifs),
 - de l'adhésion aux mesures de zone rouge après la levée des mesures d'urgence.
- En situation de stabilité des cas et des hospitalisations (scénario d'adhésion moyenne), la levée des mesures d'urgence pourrait occasionner une augmentation rapide des hospitalisations.

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

Nombre de cas de actifs selon le niveau d'adhésion aux mesures d'urgence



- Un passage en zone rouge après les mesures spéciales d'urgence pourrait occasionner une recrudescence des cas (surtout chez les plus jeunes) et des hospitalisations. L'ampleur de cette augmentation dépendrait:
 - de l'adhésion aux mesures d'urgence,
 - de la réduction de la de transmission communautaire atteinte à la levée des mesures d'urgence (nombre de cas actifs),
 - de l'adhésion aux mesures de zone rouge après la levée des mesures d'urgence.

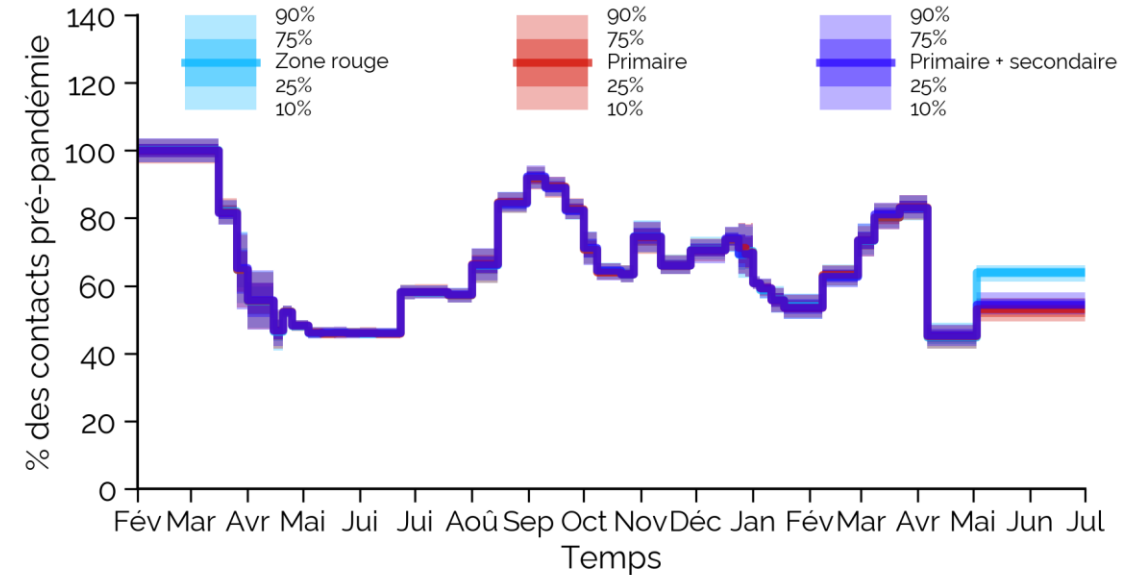
À noter:

- Les prédictions pour les cas actifs représentent la prévalence de **tous les cas (cliniques et sous-cliniques)** dans la population.

Quel pourrait être l'impact de différentes options de sortie des mesures spéciales d'urgence sur l'évolution des cas et des hospitalisations?

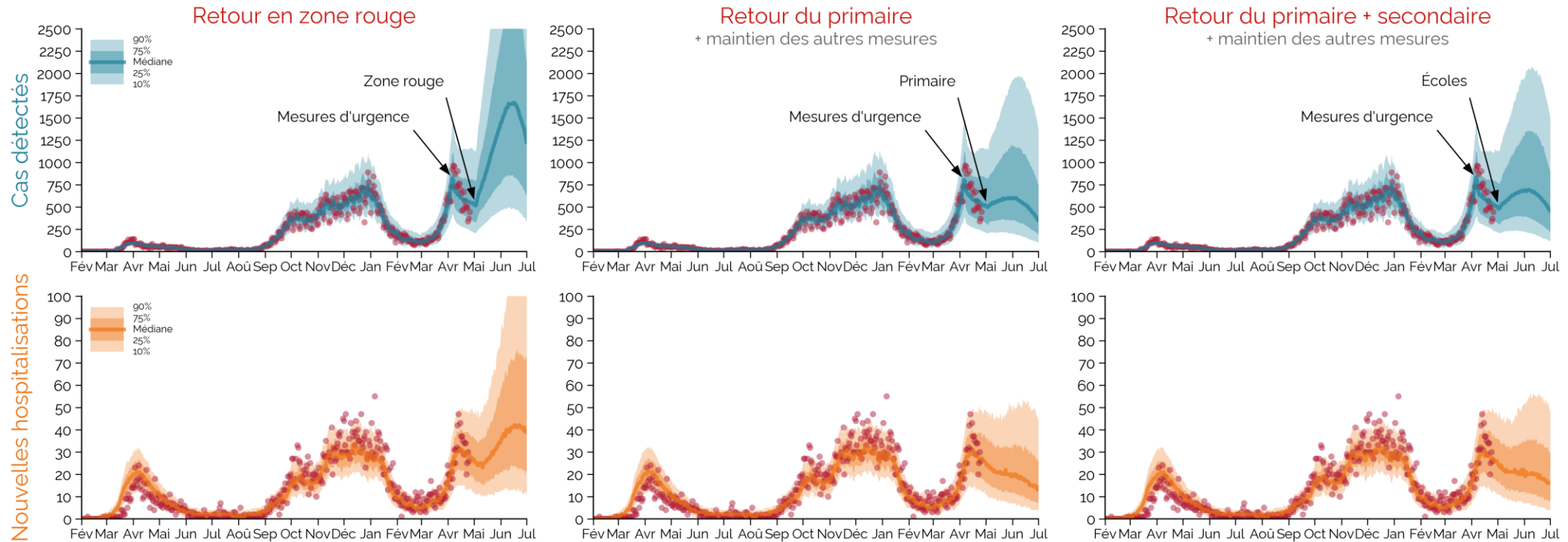
Scénarios de contacts sociaux pour les Autres Régions

- Scénarios hypothétiques de levée des mesures d'urgence dans le contexte d'une adhésion forte aux mesures spéciales d'urgence du 6 avril au 3 mai:
 - retour aux **mesures de zone rouge le 3 mai**
 - retour du **primaire le 3 mai**, mais maintien d'une adhésion forte aux autres mesures
 - retour du **primaire et du secondaire (50% en présentiel) le 3 mai**, mais maintien d'une adhésion forte aux autres mesures



Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

Différentes stratégies de sortie des mesures spéciales d'urgence le 3 mai

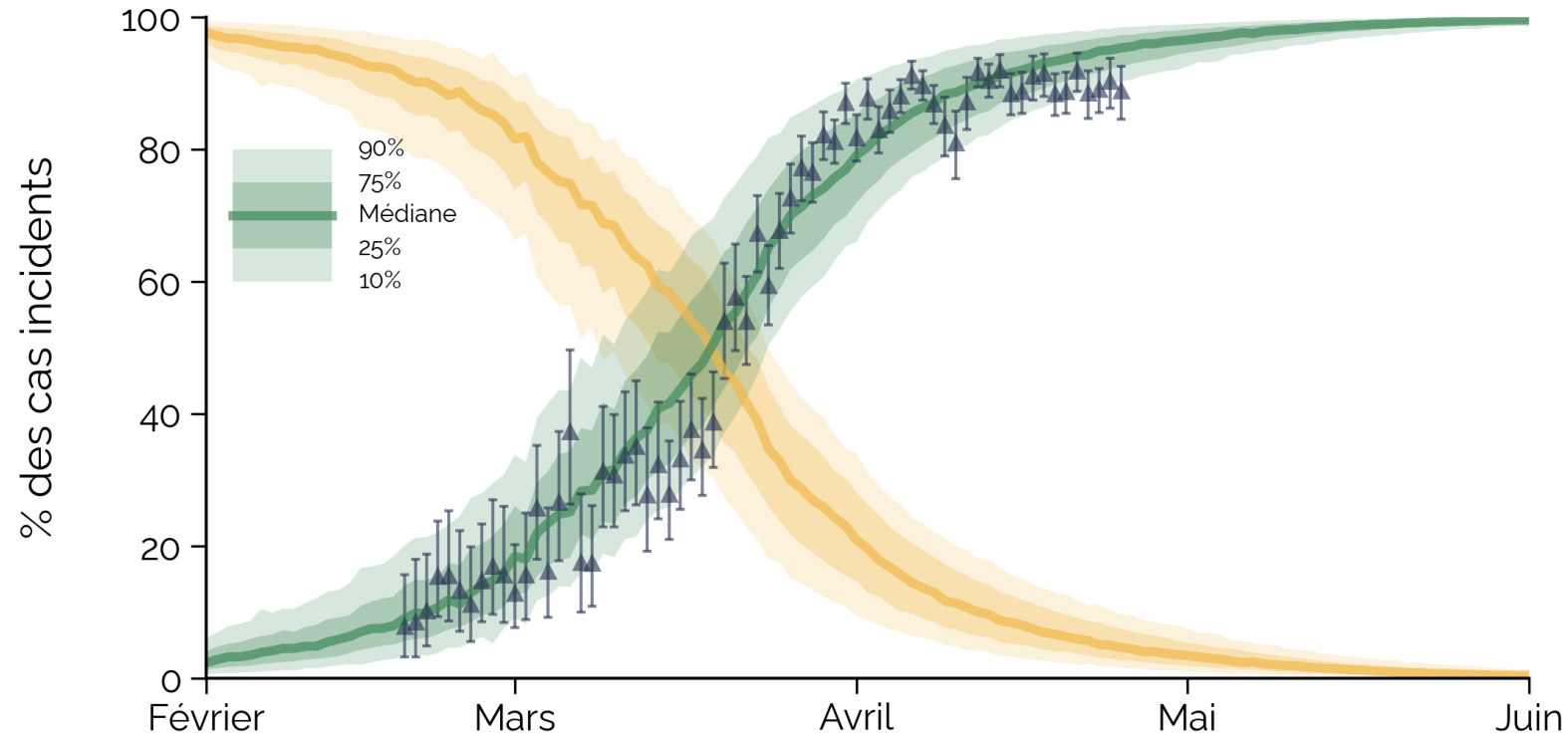


- Le retour en classe des élèves du primaire et du secondaire, tout en maintenant une forte adhésion aux autres mesures d'urgence spéciales, pourrait occasionner une recrudescence des cas (surtout chez les plus jeunes).
- Toutefois, les hospitalisations pourraient demeurer stables ou même diminuer.
- Ce constat suppose que les mesures d'urgence ont permis de réduire la transmission communautaire et qu'une haute couverture vaccinale sera atteinte en mai.

Évolution des variants

Évolution d'un variant plus transmissible dans les Autres Régions

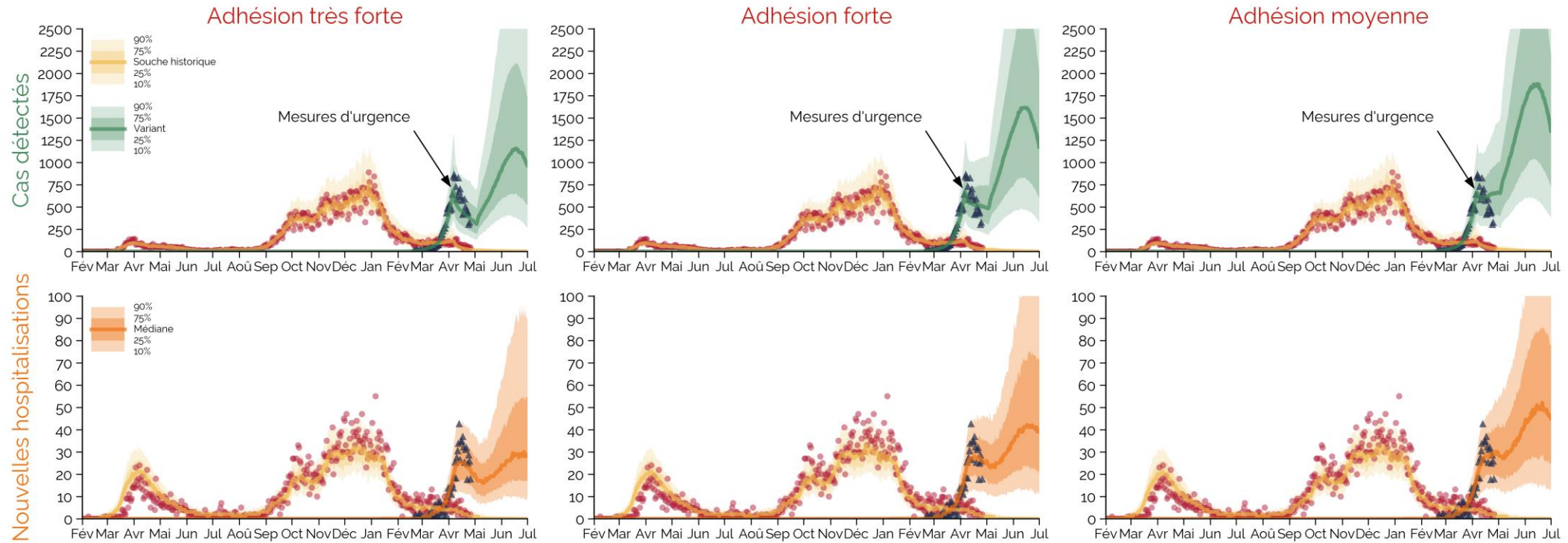
Proportion de cas de la COVID-19 reliés au variant (ex: variant britannique - B.1.1.7)



- Le variant d'émergence britannique (lignes vertes) est devenu prédominant dans les Autres Régions. La souche historique compte maintenant moins de 10% des cas détectés.

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

Selon le niveau d'adhésion aux mesures d'urgence – zone rouge à partir du 3 mai



Points rouges, données pour la souche historique. **Triangles gris**: Cas présomptifs (criblage) selon la date de prélèvement. 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'éclotions dans les CHSLD sont exclus.

Résumé – Grand Montréal

- Avec la forte participation à la vaccination et les doses additionnelles prévues pour mai et juin, les projections de l'évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal sont plus optimistes que celles du rapport précédent (9 avril).
- L'évolution des cas et des hospitalisations en avril et mai dépendra:
 - des **mesures sanitaires mises en place** et de **l'adhésion de la population à ces mesures**,
 - du **rythme de vaccination**,
 - de **la transmissibilité et la virulence du variant**,
 - de la **saisonnalité possible dans la transmission du variant** (liée aux conditions météorologiques et/ou à la plus grande proportion de contacts à l'extérieur).
- Avec une forte adhésion aux mesures actuelles, le maintien d'une forte participation à la vaccination et le respect des délais prévus pour l'approvisionnement/administration des doses, le modèle prédit une stabilité ou même une décroissance des hospitalisations en mai.
- Par contre, la situation demeure encore fragile. Advenant une baisse d'adhésion aux mesures sanitaires et/ou d'importants assouplissements des mesures, une participation moindre à la vaccination chez les plus jeunes ou des délais dans l'approvisionnement/administration des doses, le modèle prédit qu'il pourrait y avoir une recrudescence des cas et des hospitalisations (particulièrement chez les adultes de moins de 65 ans).

À noter: (1) Les données empiriques sur la virulence des variants sont encore limitées. (2) Le modèle ne permet pas de prédire les éclosions localisées ou les événements de super-propagation. (3) Les résultats du modèle sont basés sur les hypothèses d'une efficacité forte contre le variant et d'une couverture vaccinale élevée.

Résumé – Autres Régions

- Étant donné la grande variabilité des mesures sanitaires dans les régions à l'extérieur du Grand Montréal, les modélisations sont plus complexes à réaliser.
- Constats des **scénarios hypothétiques** dans le contexte d'une haute couverture vaccinale:
 - Les mesures de zones oranges et rouges n'auraient pas été suffisantes pour freiner la montée exponentielle des cas. Une adhésion forte aux mesures spéciales d'urgence pourrait permettre une diminution des cas et des hospitalisations pendant les mesures d'urgence.
 - Un passage en zone rouge après les mesures spéciales d'urgence pourrait occasionner une recrudescence des cas et des hospitalisations. Cette recrudescence dépendra du niveau de transmission communautaire (nombre de cas actifs) atteint à la levée des mesures spéciales d'urgence.
 - Le retour en classe des élèves du primaire et du secondaire, tout en maintenant une forte adhésion aux autres mesures d'urgence spéciales, pourrait occasionner une recrudescence des cas. Toutefois, les hospitalisations pourraient demeurer stables et même diminuer.

Attention! Si les conditions qui ont mené à la montée exponentielle des cas dans la Capitale-Nationale, Chaudière-Appalaches et l'Outaouais sont toujours présentes, la levée des mesures d'urgence pourrait occasionner une recrudescence des cas. Par contre, si ces conditions ne sont plus réunies, l'évolution de l'épidémie pourrait être plus optimiste que présentée dans ce rapport. Dans les deux cas, les constats généraux des scénarios hypothétiques restent valides.

Éléments importants pour l'interprétation des résultats

Facteurs qui pourraient produire des projections des cas/hospitalisations **sous-estimées** par rapport à la réalité.

Augmentation importante des contacts sociaux

- augmentation des contacts chez les personnes vaccinées avant la pleine protection du vaccin
- baisse significative de l'adhésion aux mesures sanitaires
- assouplissements futurs des mesures sanitaires non considérés dans les projections

Importation de nouveaux variants pour lesquels l'efficacité vaccinale serait plus faible

Retards dans l'administration des vaccins (retards de livraison ou problèmes de logistique)

Participation plus faible à la vaccination chez les adultes de moins de 65 ans

Évènements de super-propagation

Facteurs qui pourraient produire des projections des cas/hospitalisations **suresstimées** par rapport à la réalité

Réduction importante des contacts sociaux

- augmentation importante des comportements préventifs suite à la montée des cas dans certaines régions du Québec et du Canada

Effets de saisonnalité (ex: réduction de la transmissibilité du virus, contacts majoritairement à l'extérieur)

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
- Alexandre Bureau, PhD
- Philippe Lemieux-Mellouki, MSc
- Aurélie Godbout, MD
- Caty Blanchette, MSc
- Léa Drolet-Roy
- Kaoutar Ennour-Idrissi, MD, MSc
- Norma Pérez, MSc
- Éric Demers, MSc
- Jacques Brisson, DSc
- Alain Fournier, MSc

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

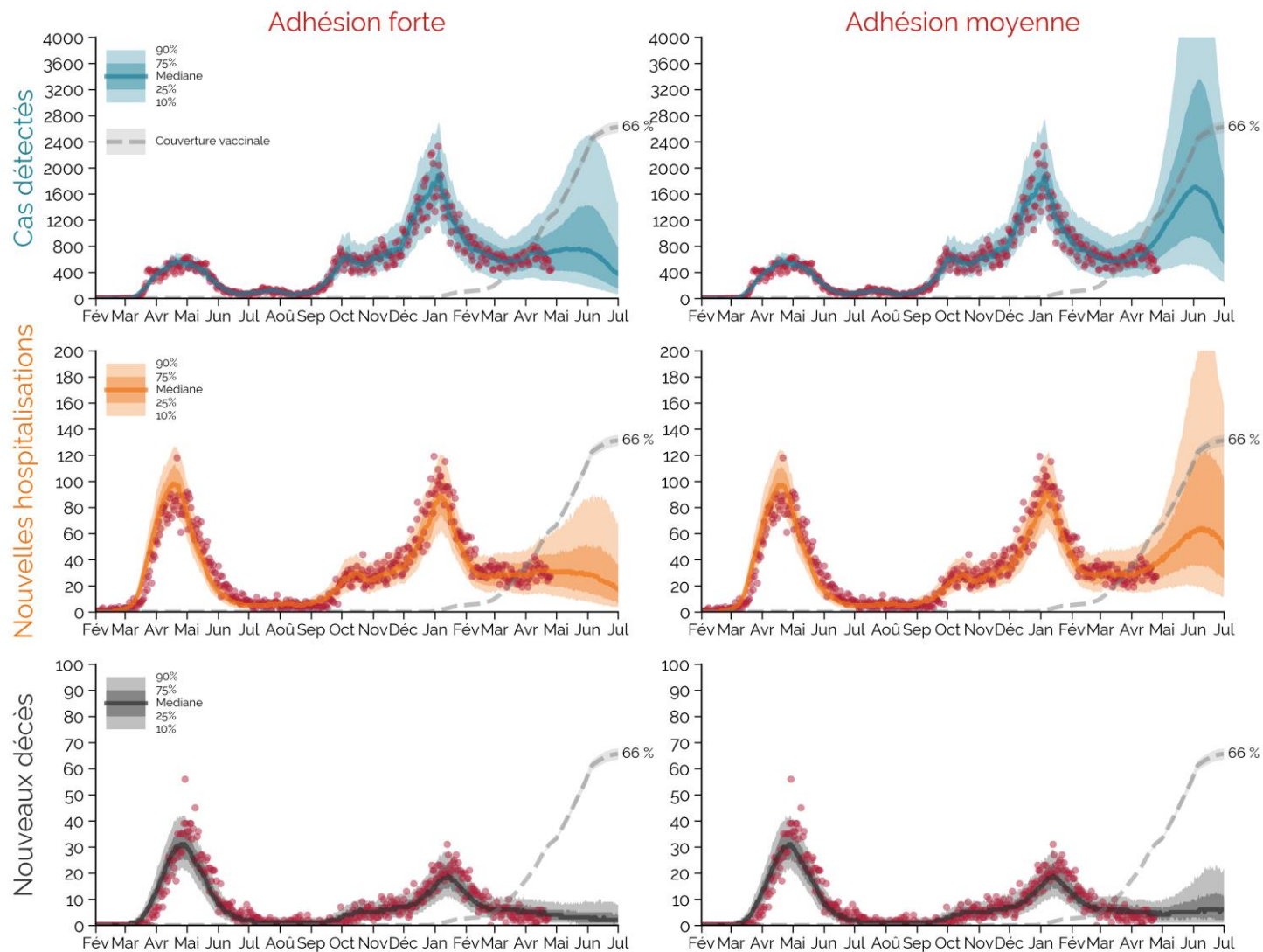
ANNEXE

Grand Montréal

Impact de la couverture vaccinale

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

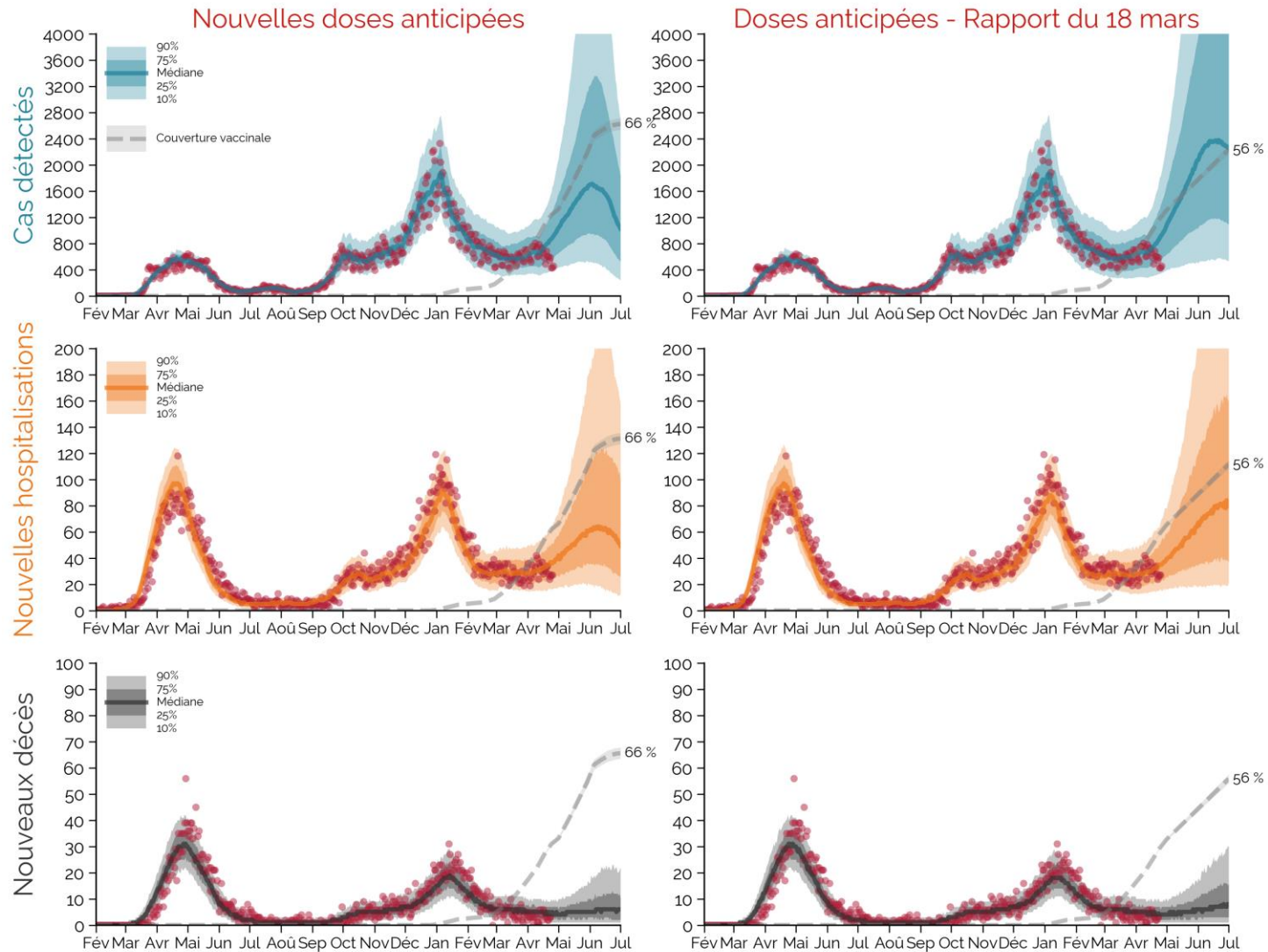
Selon le niveau d'adhésion à partir de la mi-avril – zone rouge



Couverture vaccinale dans la population totale

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Selon le nombre de doses disponibles à partir de mai – adhésion moyenne zone rouge



Couverture vaccinale dans la population totale

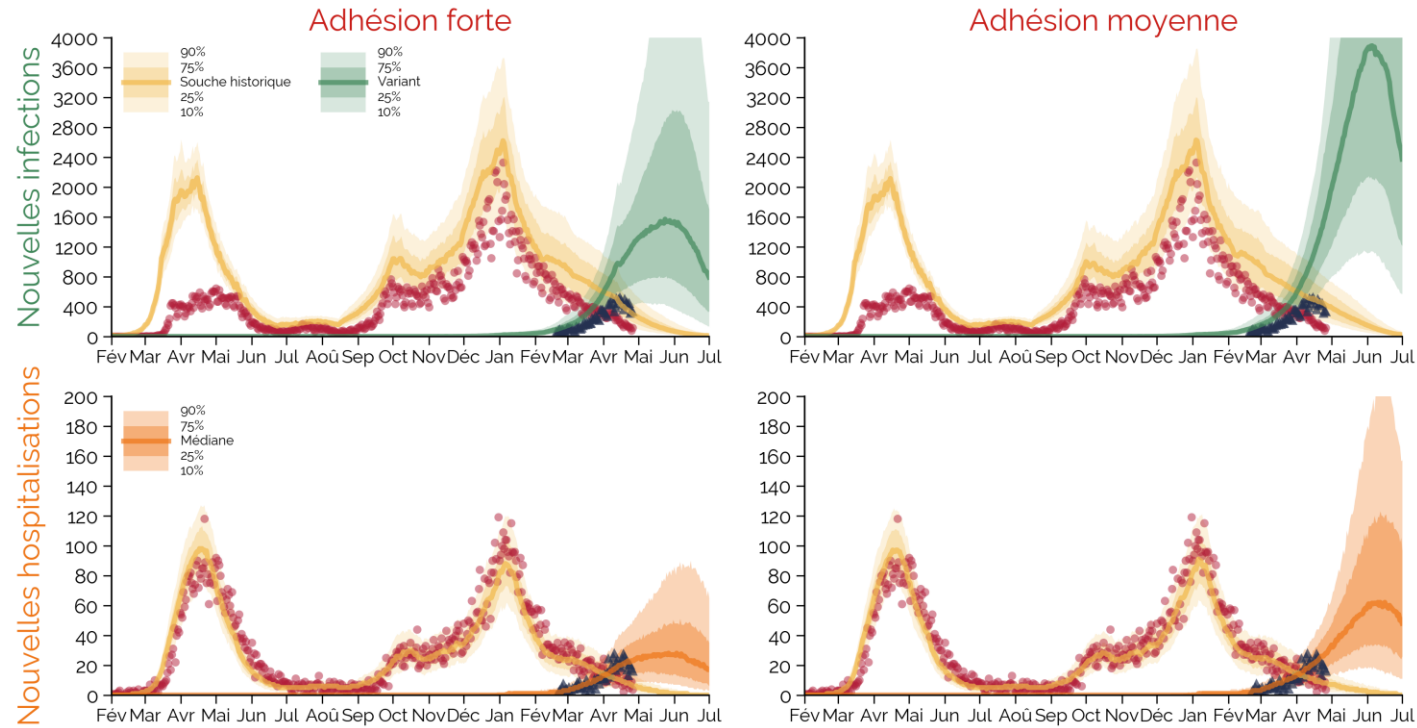
Points rouges, données INSPQ/MSSS. Les résultats représentent la médiane et les 10^e, 25^e, 75^e et 90^e percentiles des prédictions du modèle. Les transferts hospitaliers des CHSLD et décès lors d'éclousions dans les CHSLD sont exclus.

Grand Montréal

Cas totaux

Évolution de la COVID-19 dans le Grand Montréal

Selon le niveau d'adhésion à partir de la mi-avril – zone rouge



À noter:

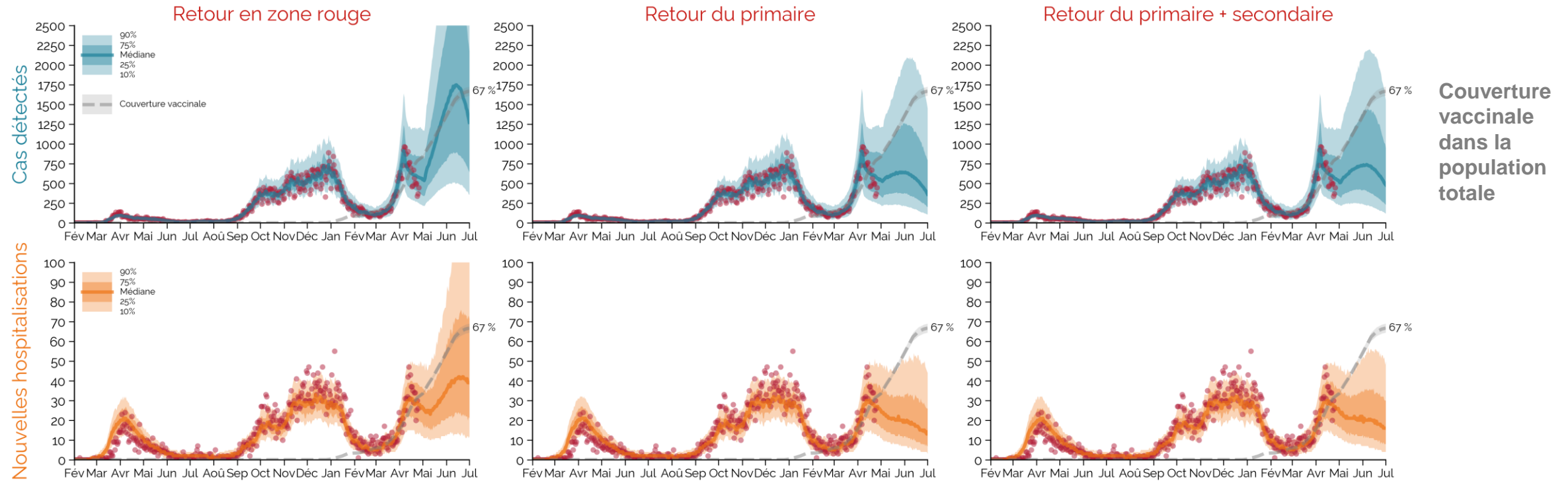
- Les prédictions pour les cas totaux représentent tous les cas (cliniques et sous-cliniques). Le nombre est plus élevé que les cas détectés (points rouges).

Autres Régions

Impact de la couverture vaccinale

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

Différentes stratégies de sortie des mesures spéciales d'urgence le 3 mai



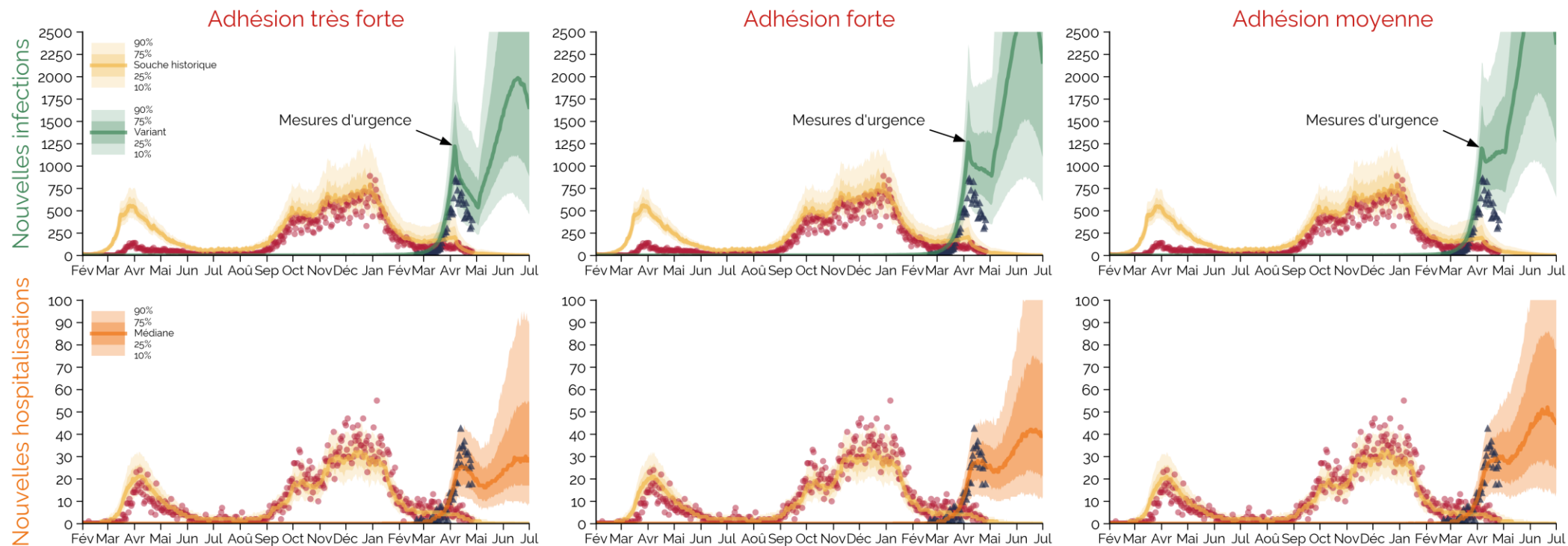
Points rouges, données INSPQ/MSSS. Les résultats représentent la médiane et les 10^e, 25^e, 75^e et 90^e percentiles des prédictions du modèle. Les transferts hospitaliers des CHSLD et décès lors d'éclousions dans les CHSLD sont exclus.

Autres Régions

Cas totaux et cas actifs

Évolution de la COVID-19 dans les Autres Régions

Selon le niveau d'adhésion aux mesures d'urgence – zone rouge à partir du 3 mai



À noter:

- Les prédictions pour les cas totaux représentent tous les cas (cliniques et sous-cliniques). Le nombre est plus élevé que les cas détectés (points rouges).

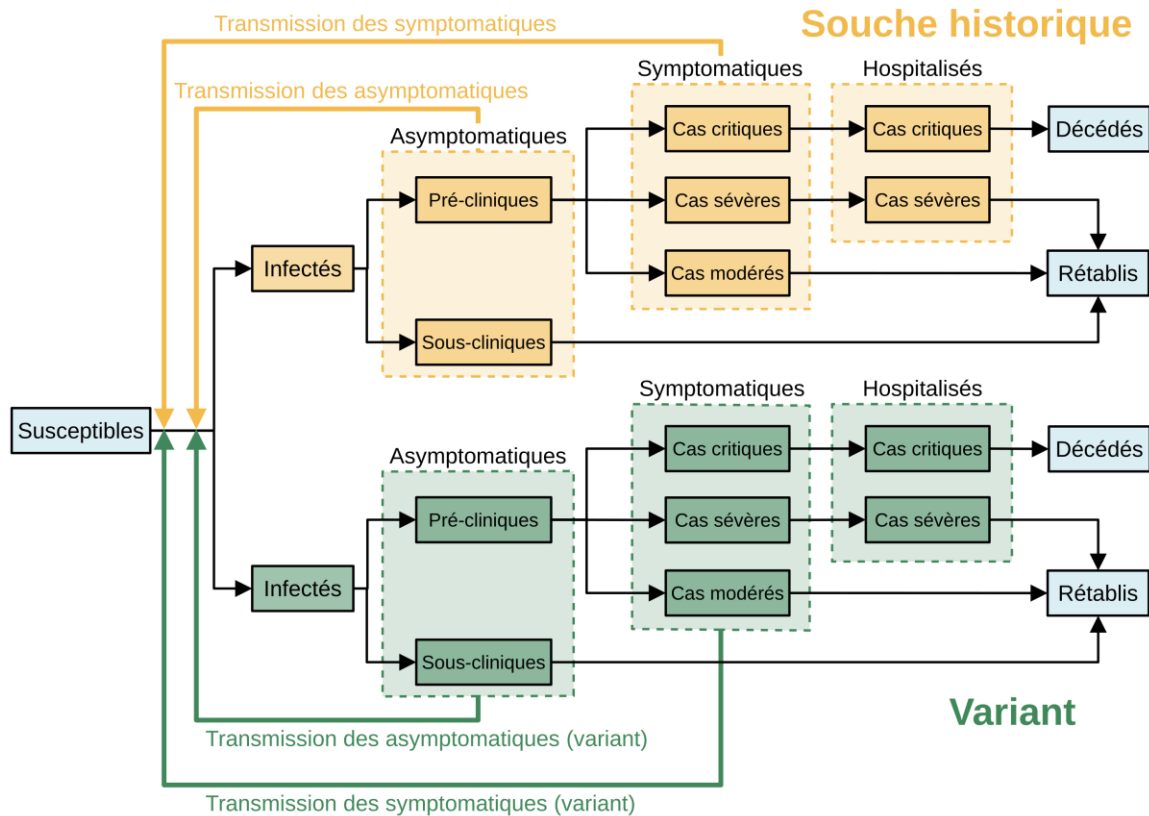
Points rouges, données pour la souche historique. **Triangles gris**: Cas présomptifs (criblage) selon la date de prélèvement. Les résultats représentent la médiane et les 10^e, 25^e, 75^e et 90^e percentiles des prédictions du modèle. Les transferts hospitaliers des CHSLD et décès lors d'éclousions dans les CHSLD sont exclus.

Méthodes

Modélisation

Description du modèle avec un variant plus transmissible

Diagramme du modèle dynamique



Hypothèses:

- Le variant et la souche historique ont:
 - la **même histoire naturelle**
- Cependant, le variant est:
 - **1,4 à 2,0 fois plus transmissible par contact** que la souche de base (ex: variant B.1.17) (1)
 - **1,4 à 1,8 fois plus sévère** (ex: risque d'hospitalisation, risque de décès) (2)
- **100% de protection croisée** (une personne développe une immunité aux 2 souches après avoir été infectée par le variant ou la souche historique)

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>.

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 **23 avril**
- Pour chaque scénario, nous avons retenu les 500 prédictions qui reproduisent le mieux les données d'hospitalisations, de décès et de séroprévalence 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 le variant plus transmissible 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.

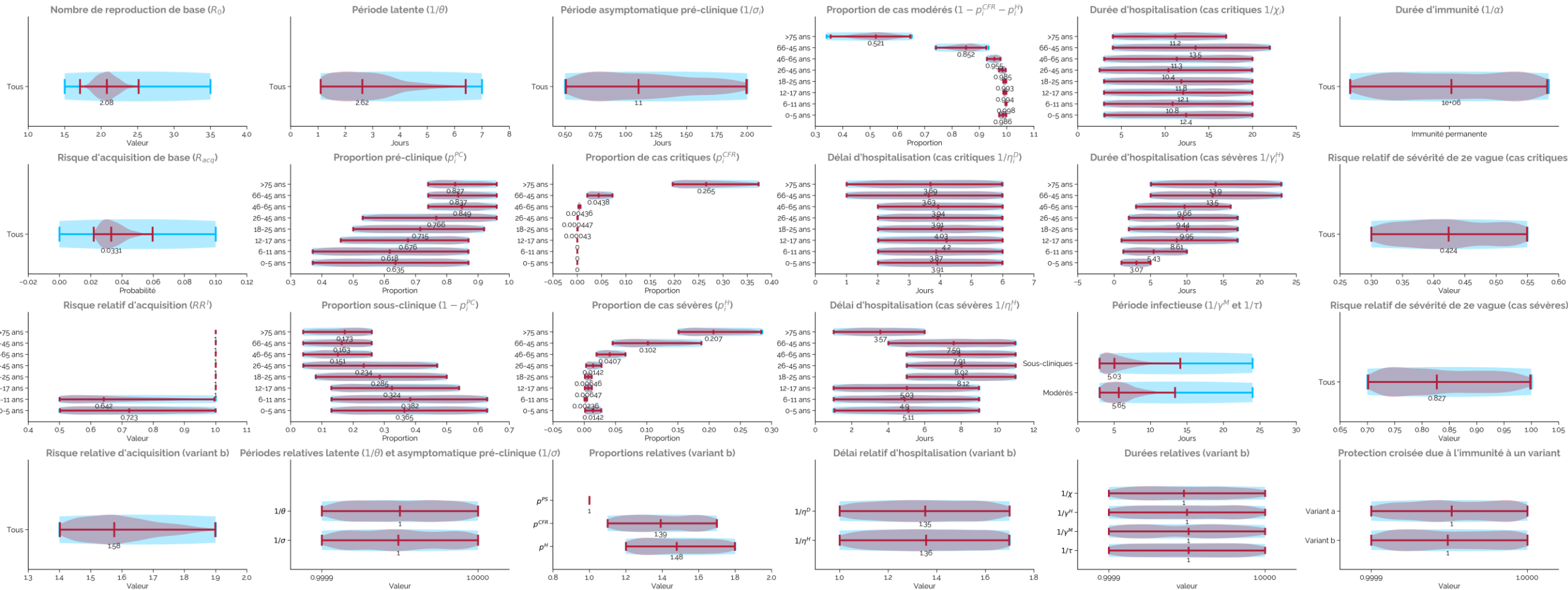
Calibration

par région

- Des distributions uniformes sont définies pour chaque paramètre du modèle
 - On détermine les valeurs minimales et maximales des paramètres à partir d'une revue de la littérature
- En utilisant les superordinateurs de Calcul Canada, on roule des dizaines de millions de combinaisons de paramètres, échantillonnées aléatoirement parmi les distributions uniformes de paramètres
- On sélectionne les meilleures combinaisons de paramètres qui reproduisent le mieux les données empiriques de **séroprévalence**, et de **décès** et **d'hospitalisations** par âge liés à la Covid-19 au Québec
 - Ces combinaisons sont celles qui minimisent la somme des carrés des écarts entre les prédictions du modèle et les données empiriques de décès et d'hospitalisations par groupe d'âge (méthode des moindres carrés)
- Les **décès** et les **hospitalisations** par âge peuvent être liés à la souche initiale ou au nouveau variant

Paramètres – Histoire naturelle

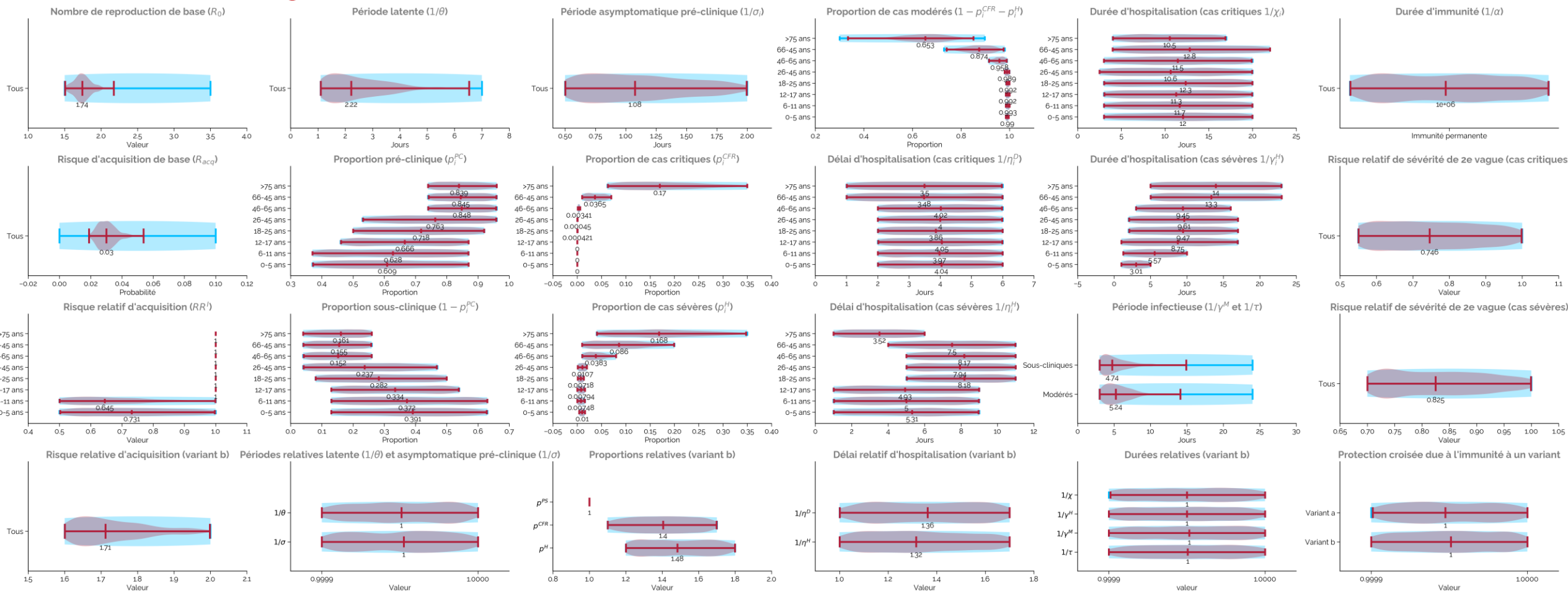
Grand Montréal avec variant



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/publications/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 variant



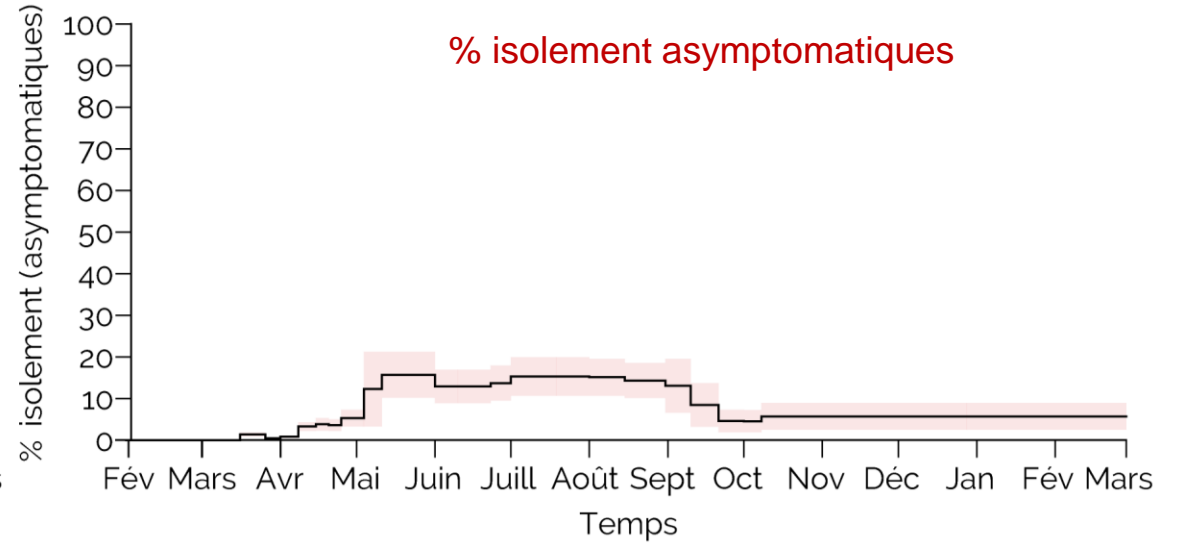
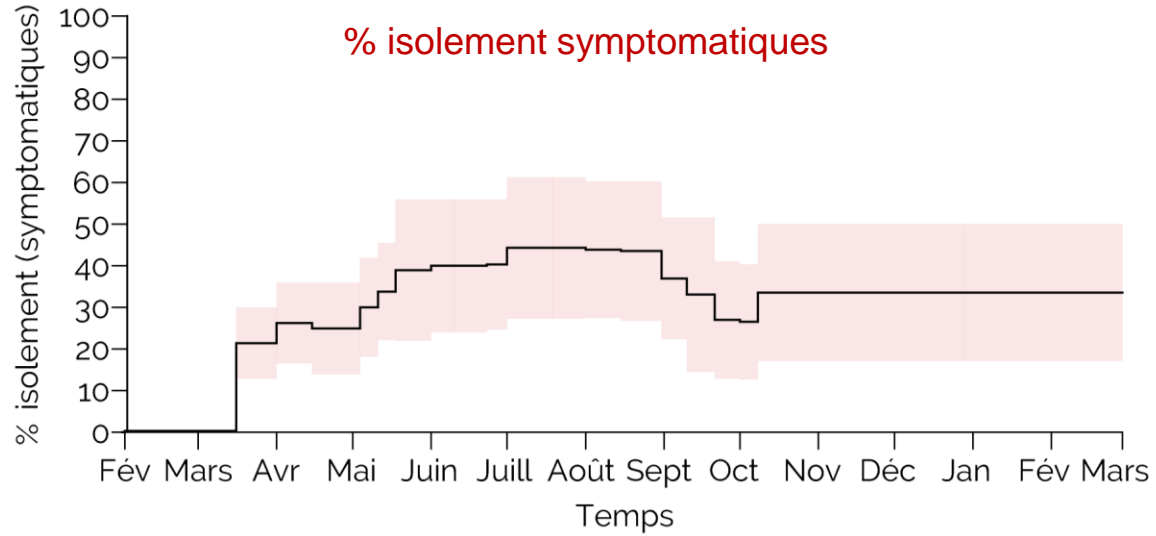
Références: 1-5, 13, 17, 20,21,22,V-10/TSP, Med-Echo et PHAC (Agency Modelling Group Report), Davies (Estimated transmissibility and impact of SARS-CoV-2 Variant of Concern 202012/01 in England, preprint), <https://www.gov.uk/government/publications/nervtag-paper-on-covid-19-variant-of-concern-b117>. 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

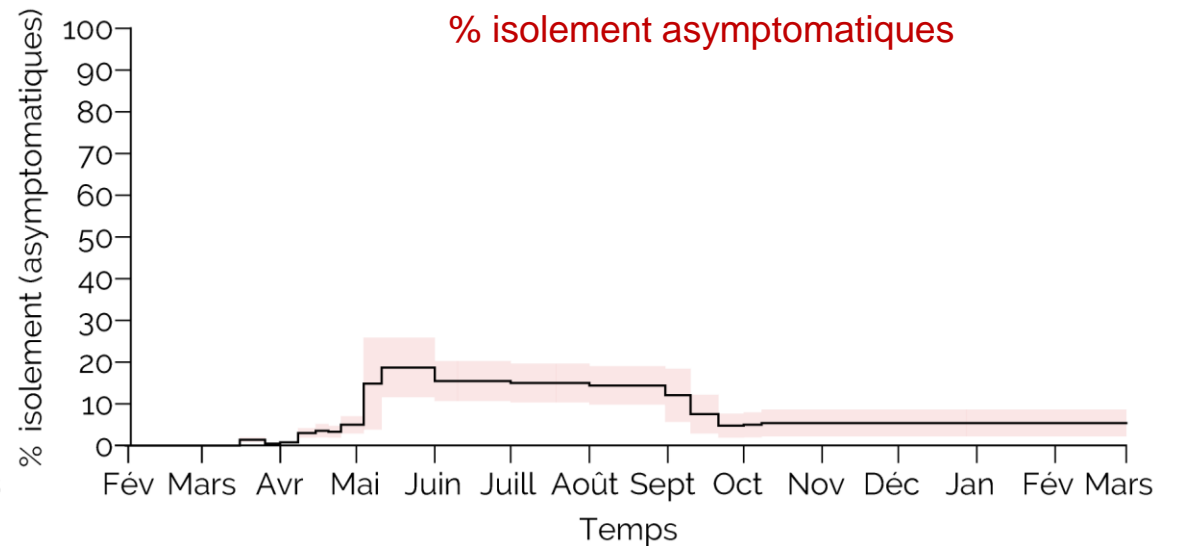
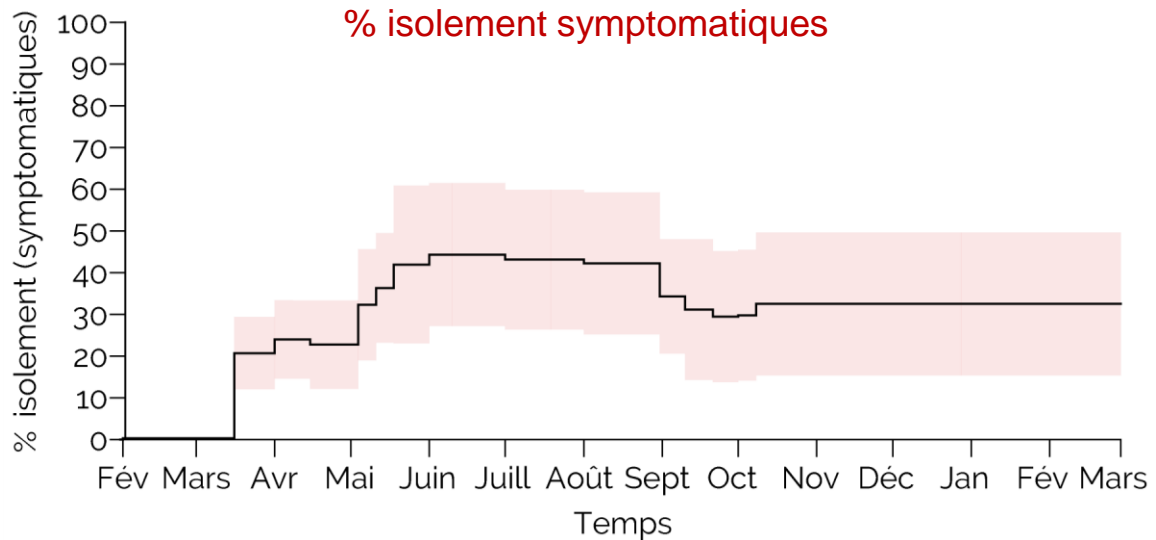
- **Le dépistage a pour objectif de réduire le nombre de contacts d'une personne infectée dans la communauté en augmentant le nombre de jours infectieux isolés**
 - L'amélioration du dépistage, du traçage et de l'isolement pourrait se faire par:
 1. une augmentation de la proportion des cas dépistés
 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

- 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)
 - CONNECT3 (3 juillet – 14 octobre 2020)
 - CONNECT4 (6 novembre 2020 – 4 janvier 2021)
 - CONNECT5 (5 janvier – 31 mars 2021)
 - CONNECT6 (1^{er} avril 2021- en cours)
- 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