



# Épidémiologie et modélisation de l'évolution de la COVID-19 au Québec

**Rapport 4**

29 juin 2020

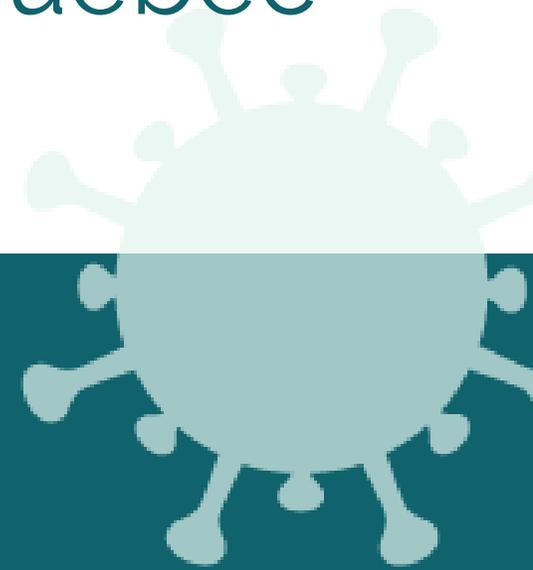


# Objectifs du Rapport 4

---

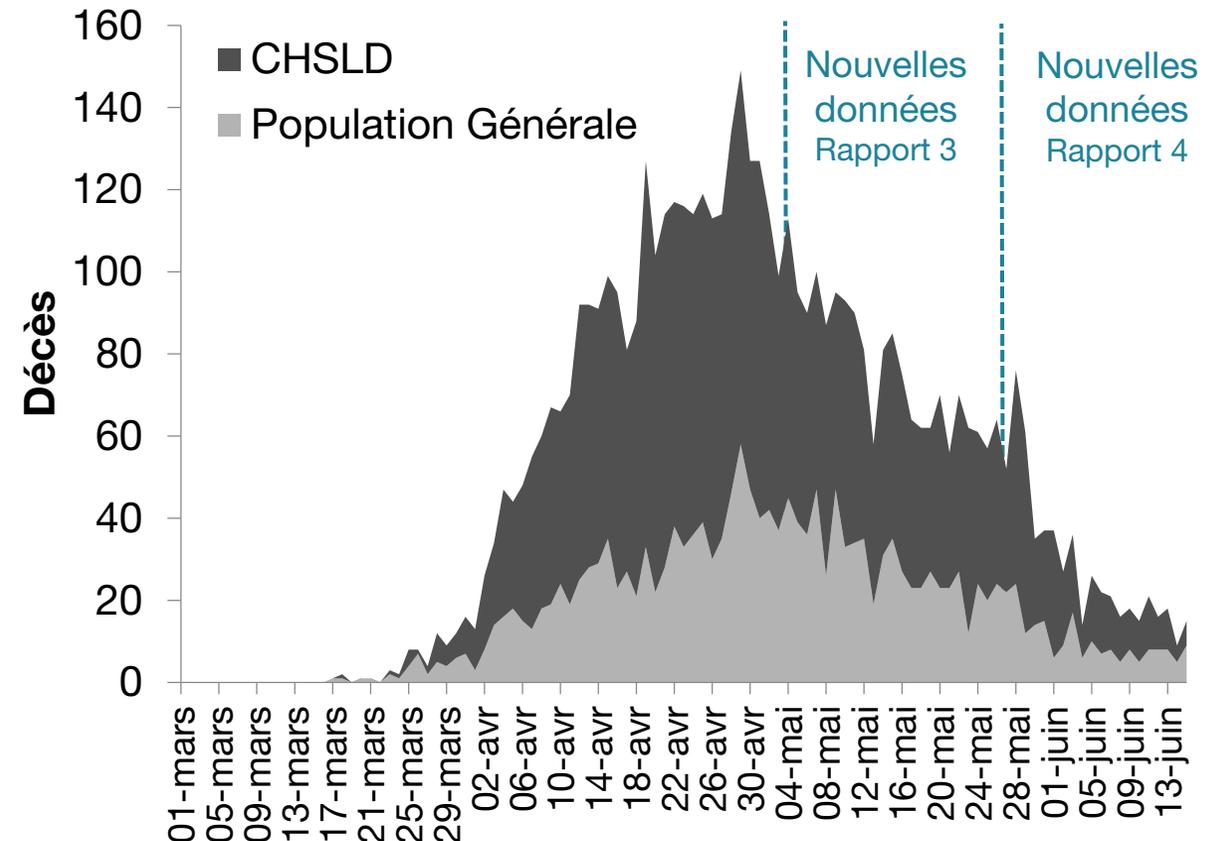
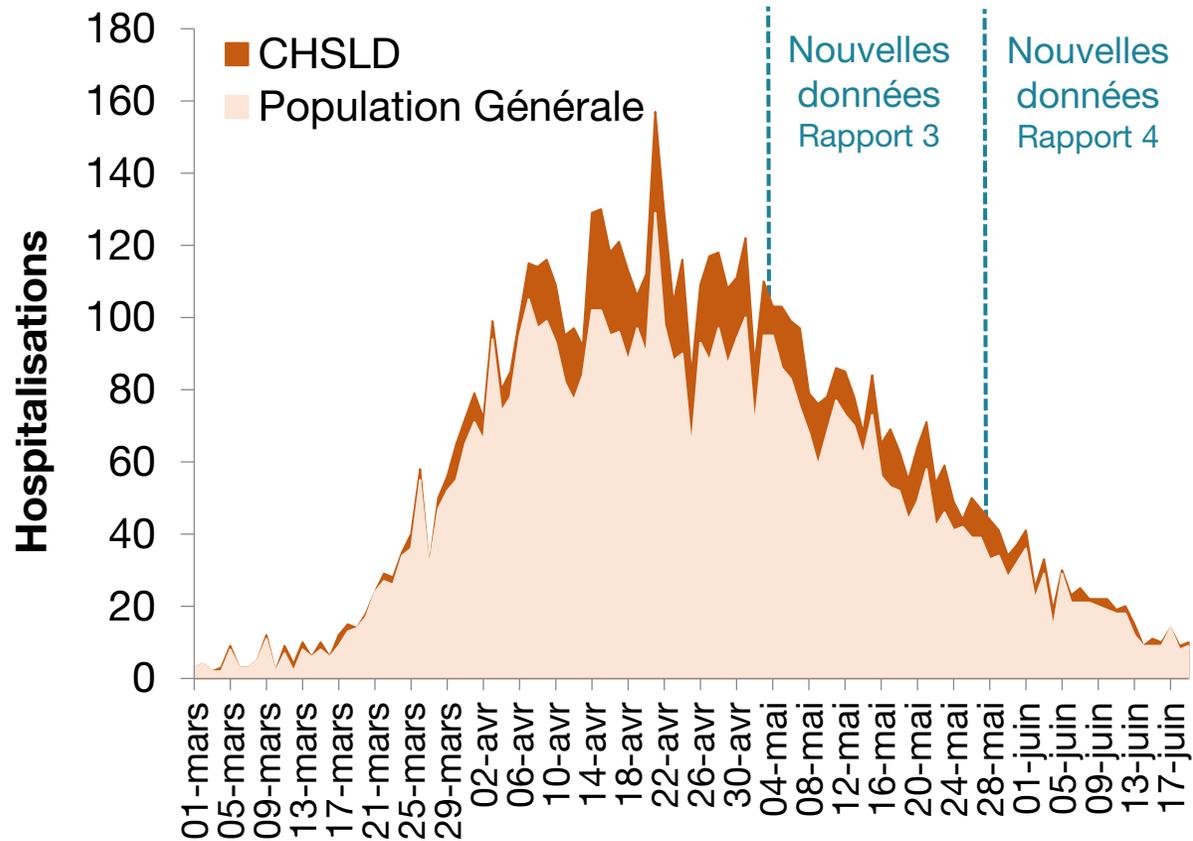
- Décrire la situation de l'épidémie de la COVID-19 au Québec.
- Prédire l'évolution de l'épidémie de la COVID-19 dans le Grand Montréal et dans les autres régions pendant l'été.
  - Évolution des cas, des hospitalisations et des décès pendant la période estivale suite au déconfinement pour le Grand Montréal et les autres régions.
  - Impact du niveau d'adhésion aux mesures de distanciation (ex. : distance physique de 2 mètres, port du masque ou du couvre-visage, plexiglass, nombre limité de clients dans les commerces) et isolement des cas (ex. : isolement, tests, retraçage des contacts).
  - Impact potentiel des cas infectieux provenant de déplacements interrégionaux pendant la période estivale.

# 1. Épidémiologie de la COVID-19 au Québec



# Évolution de l'épidémie de la COVID-19 au Québec

Population totale : résidents en CHSLD et autres (population générale)

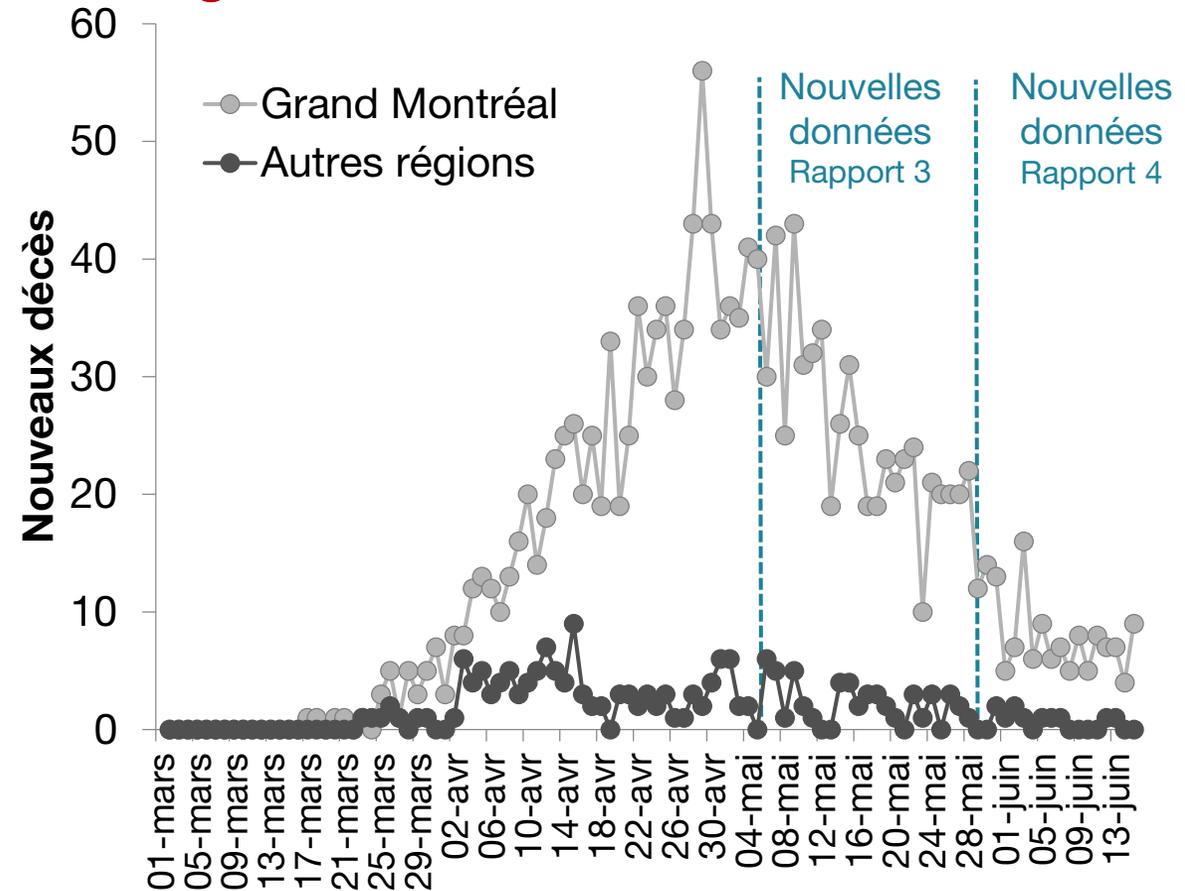
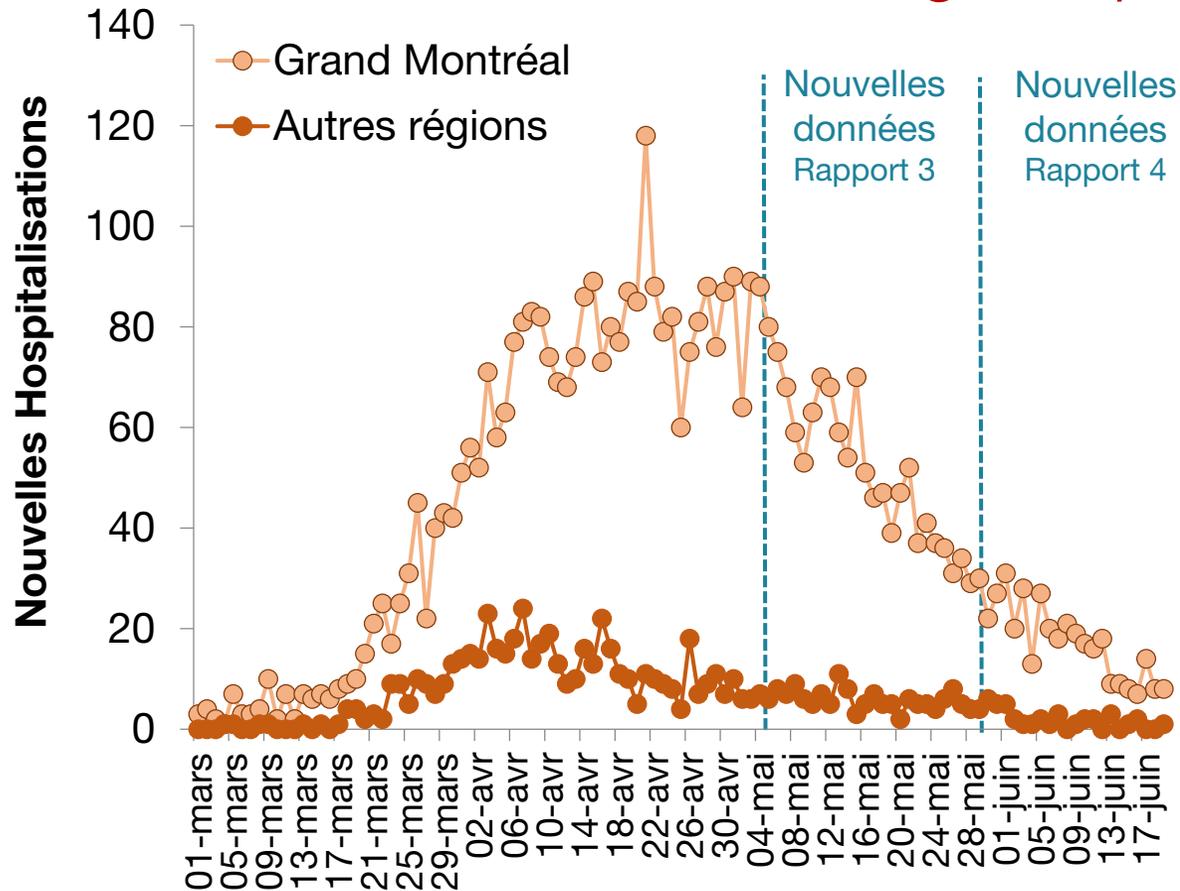


- Les hospitalisations et les décès diminuent chez les résidents en CHSLD et la population générale depuis le début mai.
- Depuis le début juin, il y a moins de 20 hospitalisations et 20 décès par jour au Québec.

À noter : Source: (Données V10 et Med-Echo). **Données 20 Juin.**

# Évolution de l'épidémie de la COVID-19

## Grand Montréal vs autres régions (population générale)

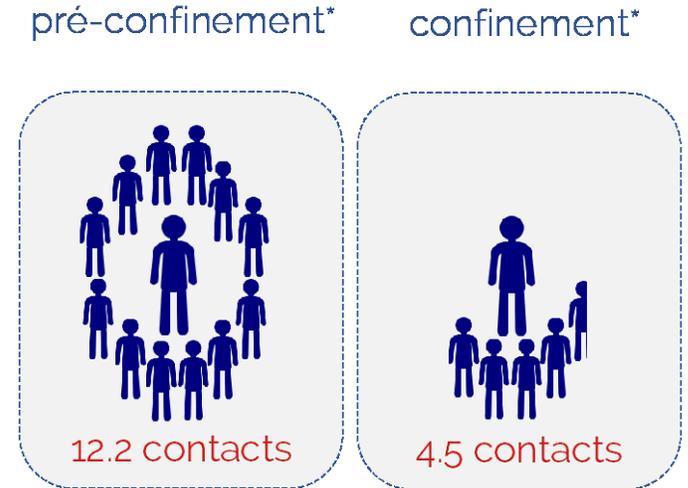
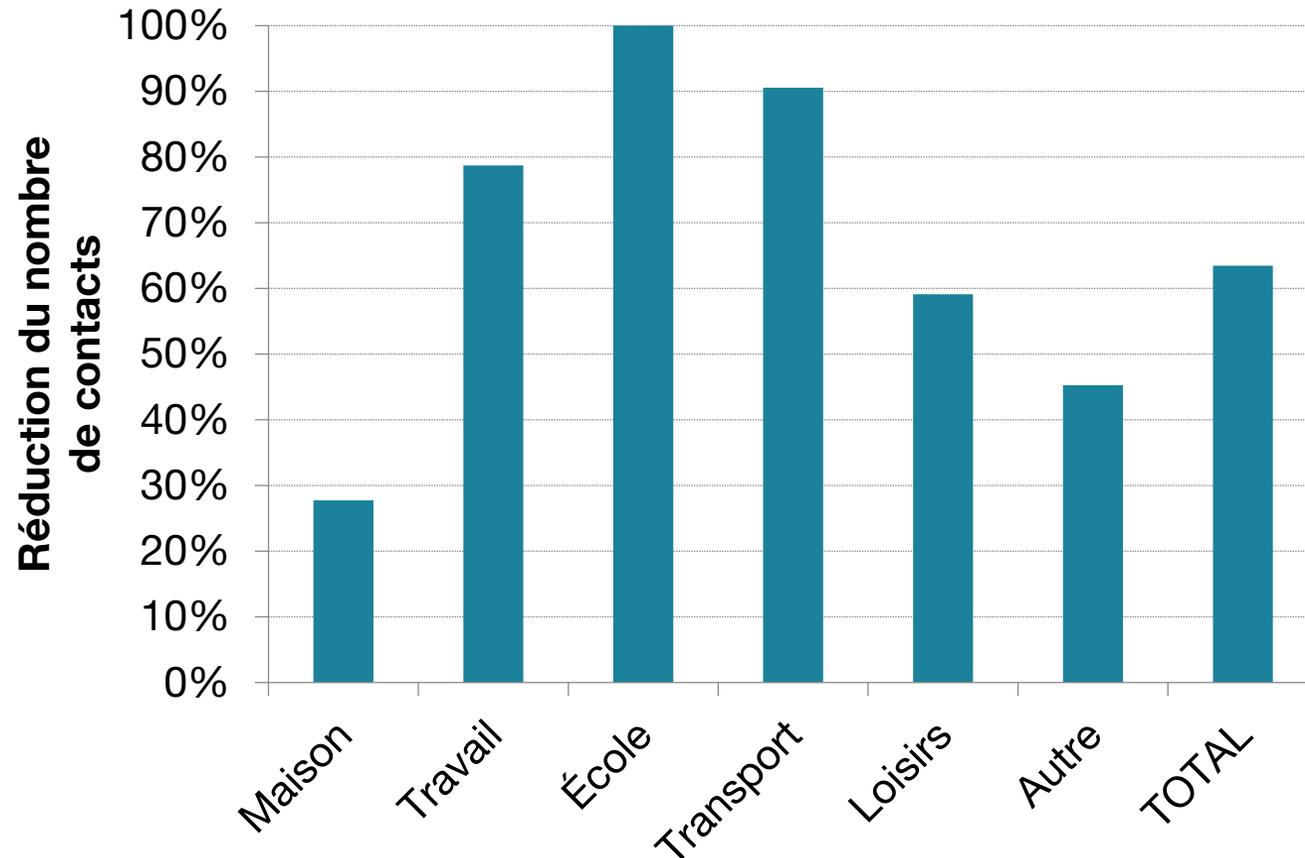


- Grand Montréal : **réduction** du nombre d'hospitalisations et de décès depuis le début mai.
- Autres régions : les nombres d'hospitalisations et de décès restent **faibles** et **stables** depuis la mi-avril.

À noter : Source : (V10 et Med-Écho). Les transferts des résidents en CHSLD sont exclus; les séjours en centre hospitalier de 24 heures et moins sont inclus. Les décès de la COVID-19 chez les résidents en CHSLD sont exclus. **Données 20 juin.**

# Mesures de prévention de la COVID-19 au Québec

## Réduction des contacts sociaux



**Contacts** : nombre de personnes avec qui on a un contact dans une journée; un contact étant défini par :

- une conversation à moins de 2 mètres et/ou
- un contact physique (ex. : toucher la peau, se serrer la main, s'embrasser)

- **65 % de réduction** du nombre de contacts (20 avril-13 mai, 2020 vs 2018/2019).

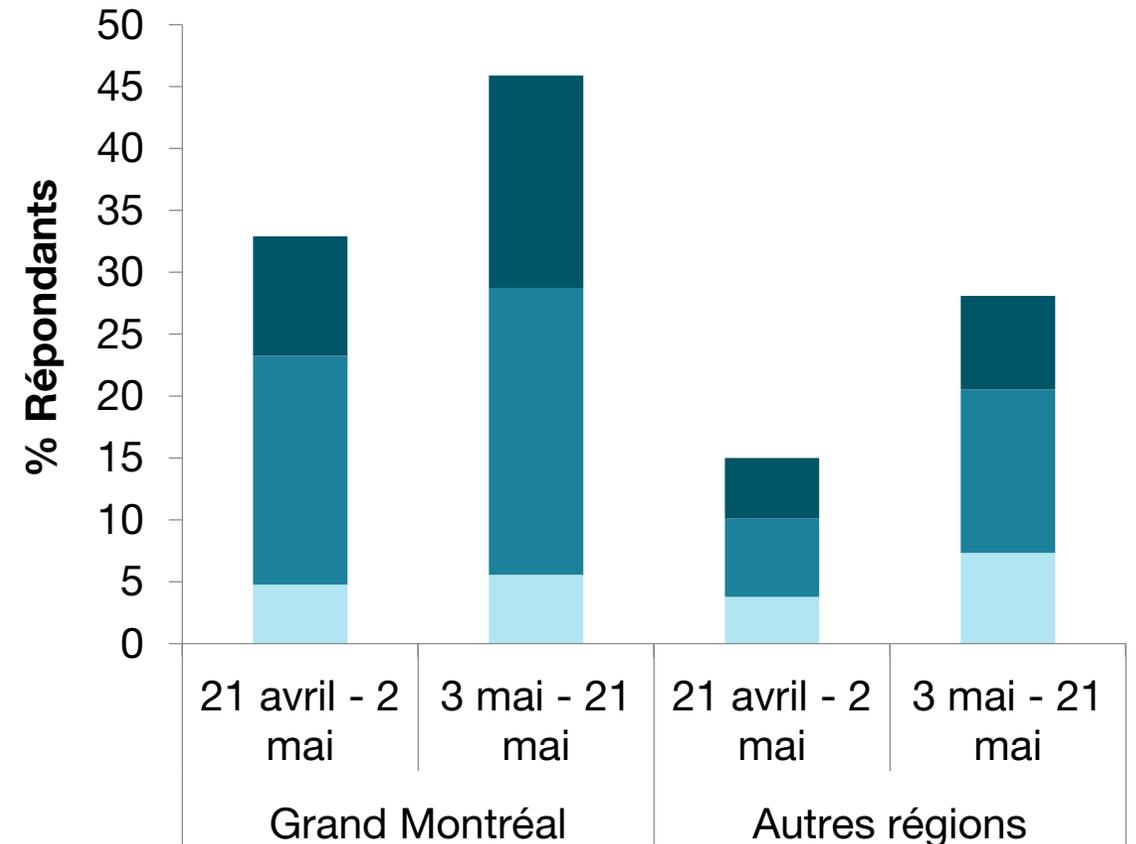
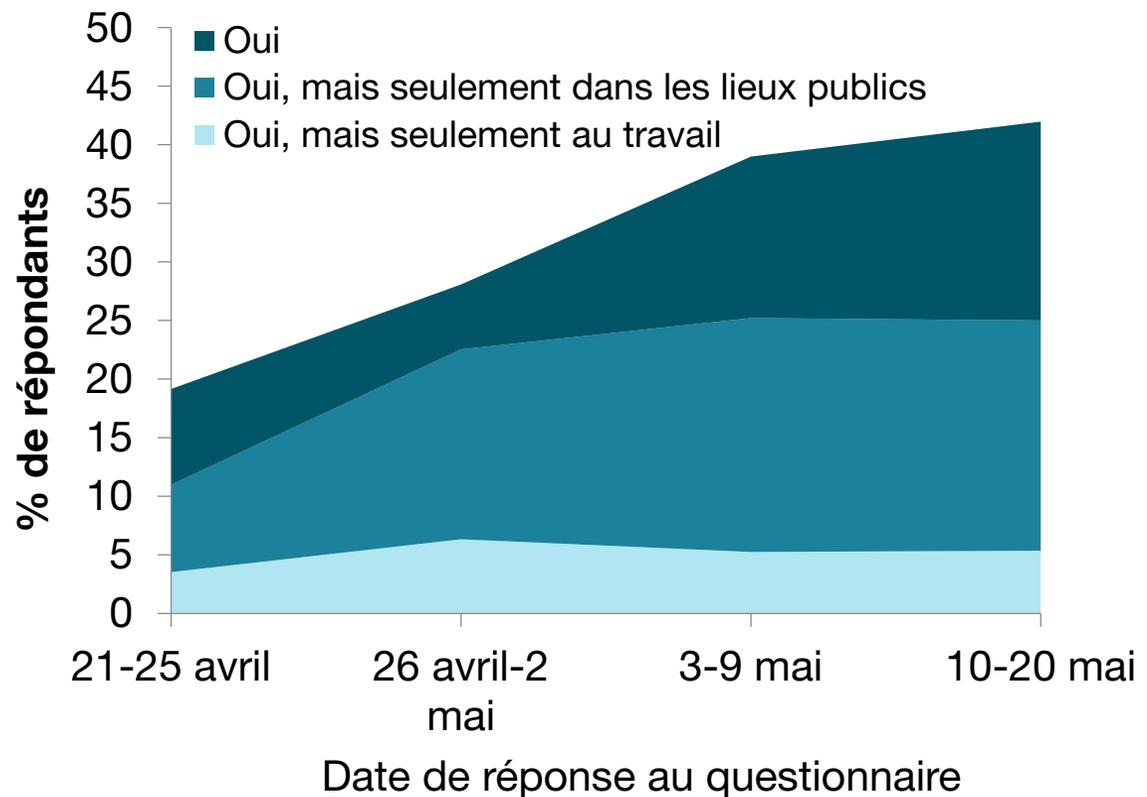
\*Préconfinement et confinement : données préliminaires de CONNECT1 (2018/2019 sans l'été) et CONNECT2 (données du 20 avril-13 mai).

À noter : il y a environ 3 contacts de moins par jour l'été vs l'hiver dans CONNECT1.

# Mesures de prévention de la COVID-19 au Québec

## Port du masque – CONNECT2

Au cours de la dernière semaine, avez-vous porté un masque ?



- Le port du masque a augmenté de façon significative au Québec depuis la fin avril (valeur-p < 0,0001).
- Le port du masque est significativement plus fréquent dans le Grand Montréal que dans les autres régions (valeur-p < 0,0001).

# Résumé – épidémiologie

---

## Québec

- Les données suggèrent que les mesures de prévention de la Covid-19 mises en place par le gouvernement et respectées par les Québécois, les commerces et les industries ont contribué à la réduction importante de l'épidémie.

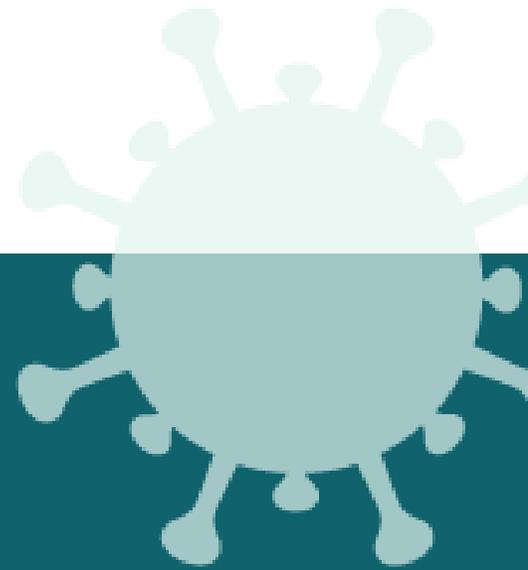
## Grand Montréal

- Réduction importante des nouvelles hospitalisations et décès entre le début mai et la mi-juin :
  - Hospitalisations : réduction de 100/jour à moins de 20/jour;
  - Décès : réduction de 60/jour à moins de 15/jour.
- Les réductions importantes des cas et des décès coïncident avec le contrôle des éclosions dans les CHSLD et l'adhésion aux mesures de distanciation.

## Autres régions

- Faible nombre de nouvelles hospitalisations et de décès dans les autres régions depuis la mi-avril.

## 2. Modélisation mathématique de la COVID-19 au Québec



# Changements depuis le rapport du 28 mai

---

- Trois semaines de données épidémiologiques supplémentaires.
- Nouvelles données québécoises pour paramétrer le modèle :
  - cas liés aux éclosions dans les CHSLD (cas positifs chez les travailleurs dans les CHSLD, V10);
  - données de CONNECT1 sur la réduction des contacts pendant l'été;
  - données de CONNECT2 sur l'augmentation du port du masque.
- Scénarios d'adhésion aux mesures de distanciation et d'isolement :
  - la diminution des cas, des hospitalisations et des décès suggère, qu'en grande partie, les mesures pour réduire le risque de transmission ont été respectées au Québec : distanciation physique, port du masque lorsque la distance de 2 mètres ne peut être respectée, isolement lors de symptômes, barrières physiques et mesures de protection dans les commerces et les industries;
  - le modèle prédit l'évolution de l'épidémie pendant l'été selon 2 scénarios : 1) maintien du niveau actuel élevé d'adhésion de la population aux mesures de distanciation et 2) réduction du niveau d'adhésion.
- Impact potentiel de déplacements interrégionaux pendant l'été (ex. : tourisme) :
  - le modèle inclut l'impact potentiel de nouveaux cas liés au mouvement entre les régions.

# Prédictions de l'impact du confinement et du déconfinement

---

## Confinement

- Fermeture des écoles : 13 mars.
- Loi des services essentiels : 26 mars.

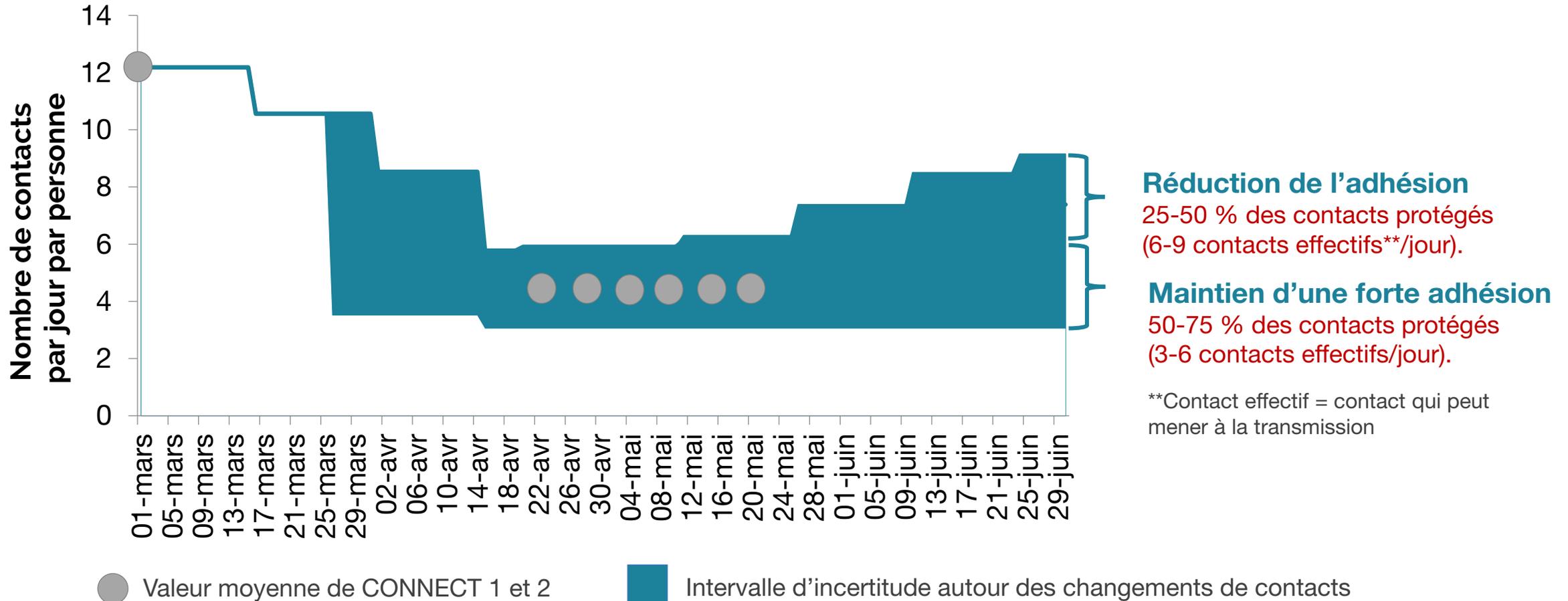
## Déconfinement

- Début : 18 avril.
- Rétablissement des contacts selon le calendrier de réouverture du gouvernement.
- Calendrier spécifique pour le Grand Montréal et les autres régions.

## Scénarios d'adhésion aux mesures de distanciation et d'isolement pendant l'été

- Maintien d'une forte adhésion :
  - 50-75 % des contacts sociaux sont protégés et 75-90 % des cas symptomatiques (cliniques) sont isolés.
- Réduction de l'adhésion à partir du 24 juin :
  - 25-50 % des contacts sociaux sont protégés et 60-90 % des cas symptomatiques (cliniques) sont isolés.

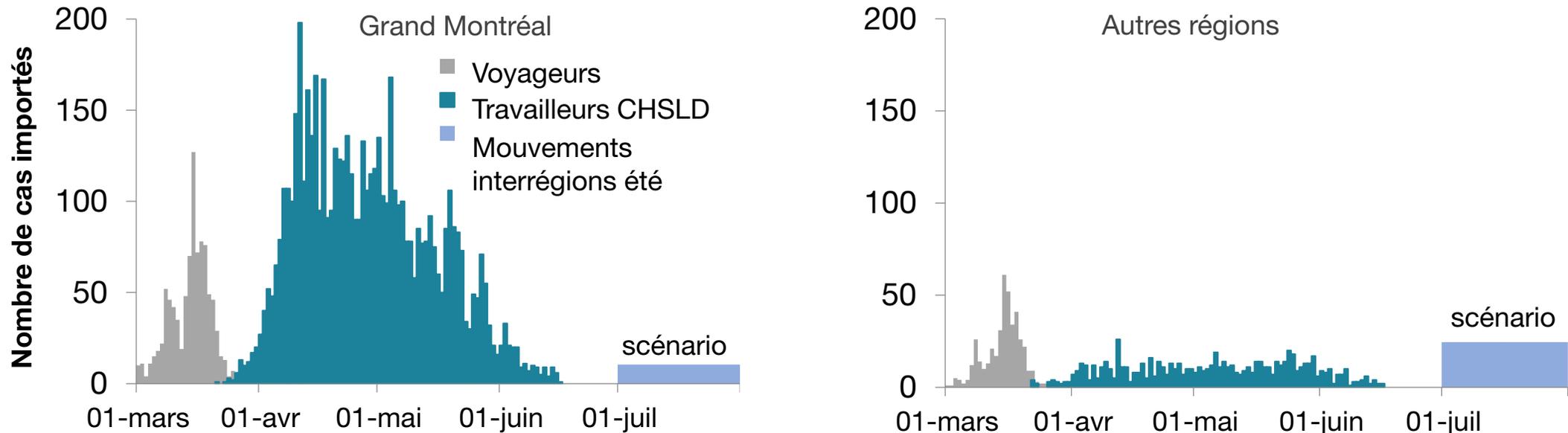
# Modélisation des changements de contacts selon le calendrier de confinement et de déconfinement *ex. : Grand Montréal*



À noter : données de CONNECT1 sans l'été (2018/2019) et CONNECT 2 (données du 20 avril-23 mai). Déconfinement : rétablissement des contacts par lieu basé sur le calendrier annoncé par le gouvernement. Le minimum de l'intervalle d'incertitude est plus bas que le Rapport 3: 1) pendant l'été, on observe en moyenne 3 contacts de moins par jour que le reste de l'année (CONNECT1) et 2) les données de CONNECT2 montrent une augmentation du port du masque.

# Modélisation des cas importés dans la population générale

Voyageurs en mars, travailleurs des CHSLD en avril-mai et vacanciers en juillet-août



Nous intégrons, dans le modèle, des infections acquises à l'extérieur de la population générale (cas importés).

- **Retour de voyages à l'étranger au début de l'épidémie :**
  - Pour débiter l'épidémie au Québec, nous utilisons les données de cas positifs lors de retour de voyages à l'étranger.
- **Cas chez les travailleurs dans les CHSLD :**
  - Hypothèse : travailleurs dans les CHSLD ont acquis l'infection lors d'éclosions dans les CHSLD.
  - Données de cas détectés chez les travailleurs dans les CHSLD.
- **Cas liés au mouvement entre les régions pendant les vacances :**
  - Cas peuvent être liés aux voyageurs d'une autre région, ou d'un résident de retour de voyage d'une autre région
  - Hypothèse : Grand Montréal = 10 cas/jour (min = 3-max = 18); Autres régions = 25 cas/jour (min = 7-max = 42). Scénario extrême basé sur des statistiques de tourisme de 2019, et l'hypothèse que tous les cas restent dans la région pendant toutes leurs périodes infectieuses.
- Les cas importés peuvent être cliniques/sous-cliniques et ensuite s'isoler, être hospitalisés et/ou décéder.
- À noter : les voyages vers les États-Unis, advenant la réouverture de la frontière durant l'été, ne sont pas inclus.

À noter : cas importés de voyages (février-mars) et des travailleurs en CHSLD, source: (V10). **Données 20 juin.**

# Prédictions de l'évolution de la courbe épidémique par région

---

## Régions

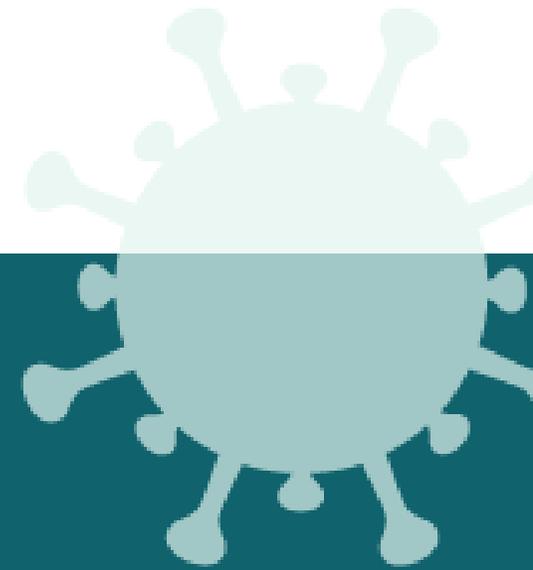
- Grand Montréal (Montréal, Laval, Laurentides, Lanaudière, Montérégie).
- Autres régions que le Grand Montréal.

## Calibration

- Nous avons calibré notre modèle aux données pour les 2 régions indépendamment avec des données jusqu'au 20 juin.
- Pour chaque région, nous avons retenu environ 400 prédictions qui reproduisent le mieux les données de décès et d'hospitalisations (parmi au minimum 260 000 prédictions qui reproduisent la phase épidémique initiale).

# Le Grand Montréal

## Prédictions du modèle



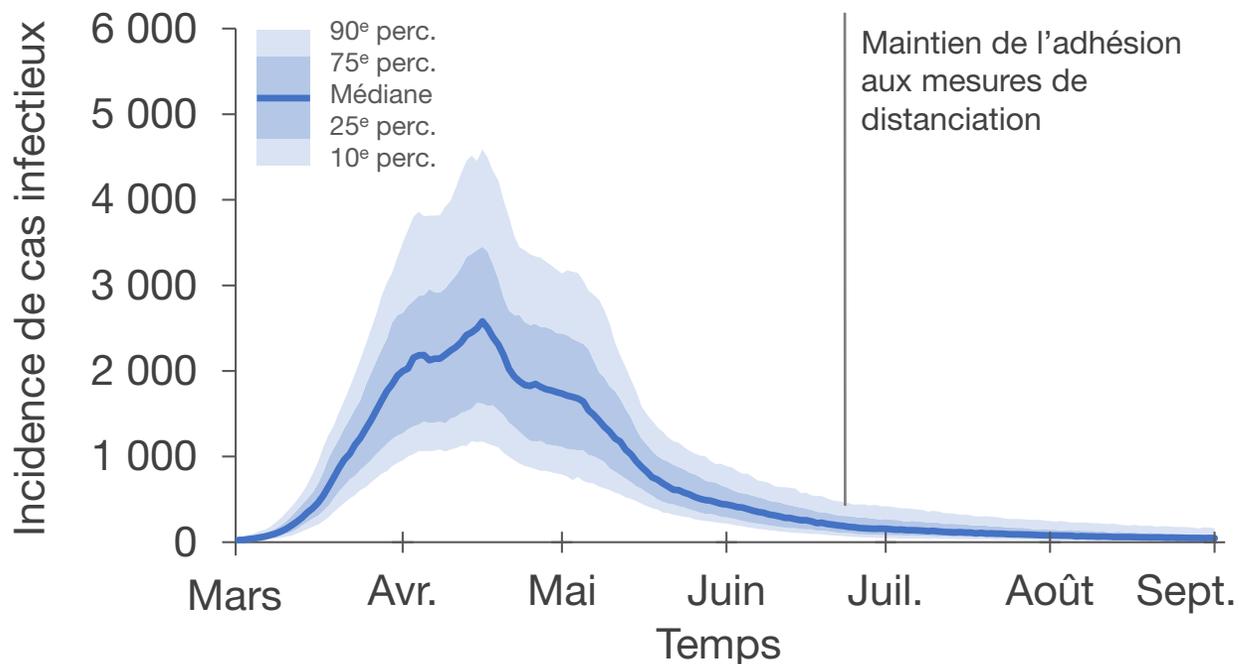
# Impact de l'adhésion aux mesures de distanciation pendant l'été

## Grand Montréal

nouveaux cas infectieux par jour – population générale

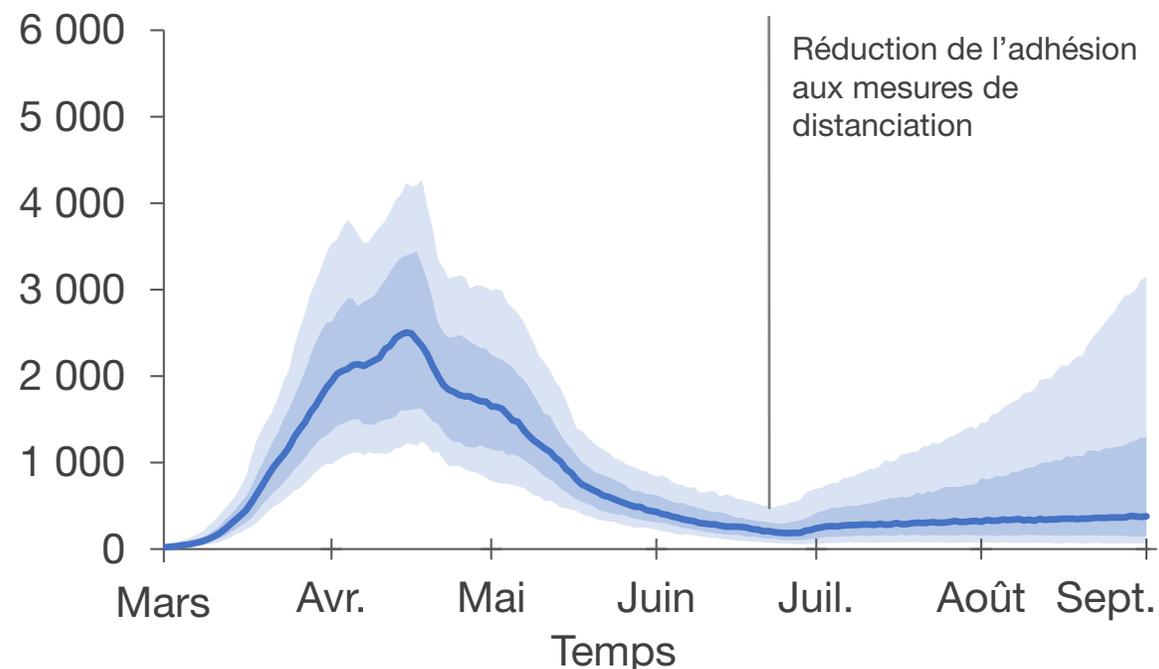
### Maintien d'une forte adhésion

50-75 % des contacts protégés



### Réduction de l'adhésion

25-50 % des contacts protégés



À noter : ce sont les prédictions de **tous les cas (cliniques et sous-cliniques)**; le nombre est plus élevé que les cas détectés et il y a un délai lié aux tests entre les cas infectieux et les cas détectés. Les cas chez les résidents en CHSLD sont exclus. Les résultats représentent la médiane et les 10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles des 500 prédictions du modèle. Forte adhésion : isolement médian = 83 %. Réduction de l'adhésion : isolement médian = 75 %.

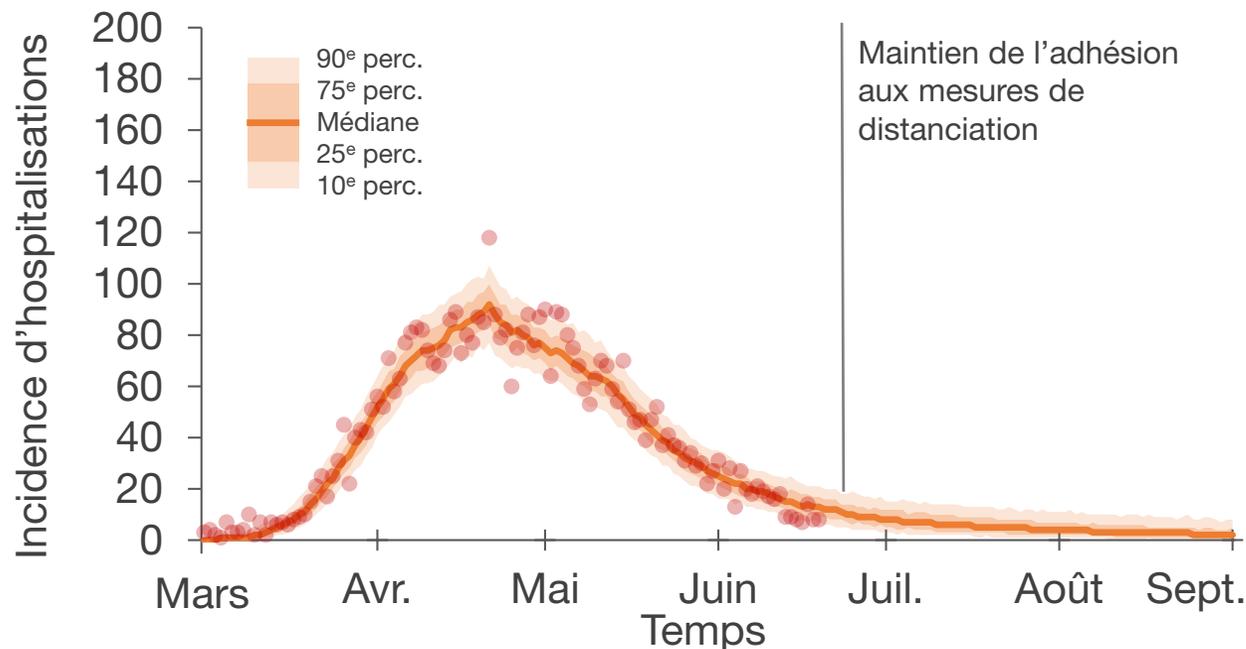
# Impact de l'adhésion aux mesures de distanciation pendant l'été

## Grand Montréal

nouvelles hospitalisations par jour – population générale

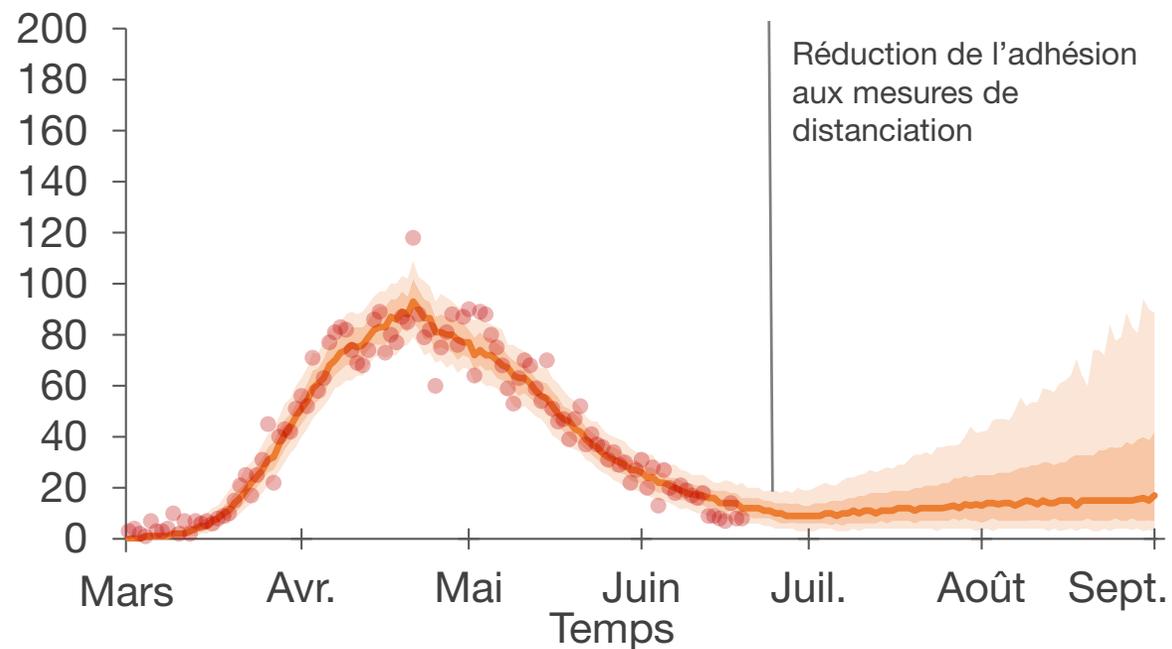
### Maintien d'une forte adhésion

50-75 % des contacts protégés



### Réduction de l'adhésion

25-50 % des contacts protégés



À noter : **Points rouges**, données Med-Écho. Les transferts des CHSLD sont exclus; les séjours en centre hospitalier de 24 heures et moins sont inclus.  
**Calibration des données jusqu'au 20 juin.** Les résultats représentent la médiane et les 10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles des prédictions du modèle. Forte adhésion : isolement médian = 83 %. Réduction de l'adhésion : isolement médian = 75 %.

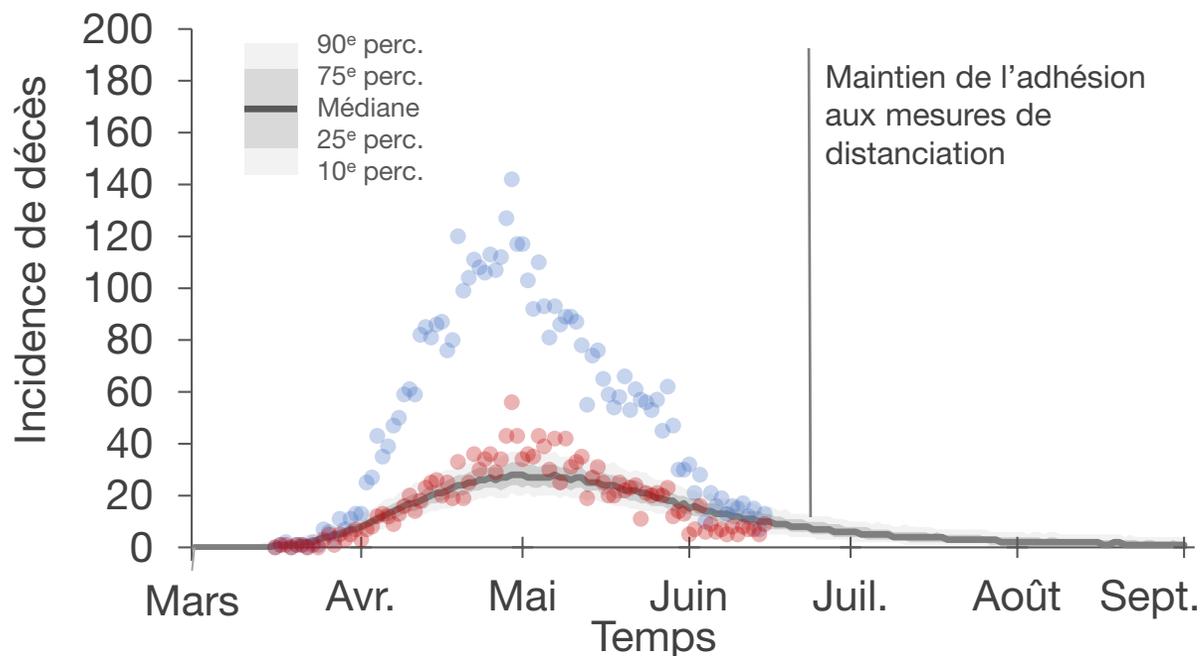
# Impact de l'adhésion aux mesures de distanciation pendant l'été

## Grand Montréal

nouveaux décès par jour – population générale

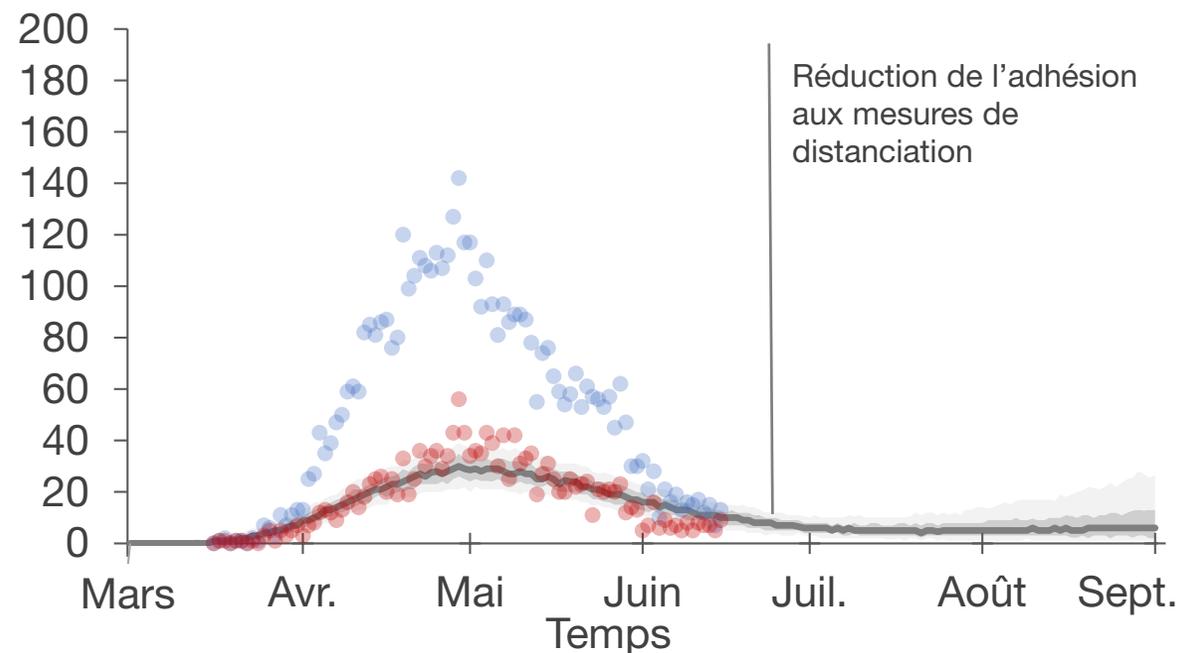
### Maintien d'une forte adhésion

50-75 % des contacts protégés



### Réduction de l'adhésion

25-50 % des contacts protégés



**Maintien d'une forte adhésion** : 100 % des prédictions montrent qu'il pourrait y avoir des diminutions des hospitalisations et décès.

**Réduction de l'adhésion** : une baisse importante de l'adhésion pourrait mener à une augmentation (lente) des hospitalisations et des décès pendant l'été, avec une accélération possible en août.

**Points rouges**, données MSSS (V10 décès) sans les décès de la COVID-19 chez les résidents en CHSLD. **Points bleus**, avec les décès lors d'éclotions dans les CHSLD. Prédiction des décès dans la population générale. **Calibration des données jusqu'au 20 juin**. Les résultats représentent la médiane et les 10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles des prédictions du modèle. Forte adhésion : isolement médian = 83 %. Réduction de l'adhésion : isolement médian = 75 %.

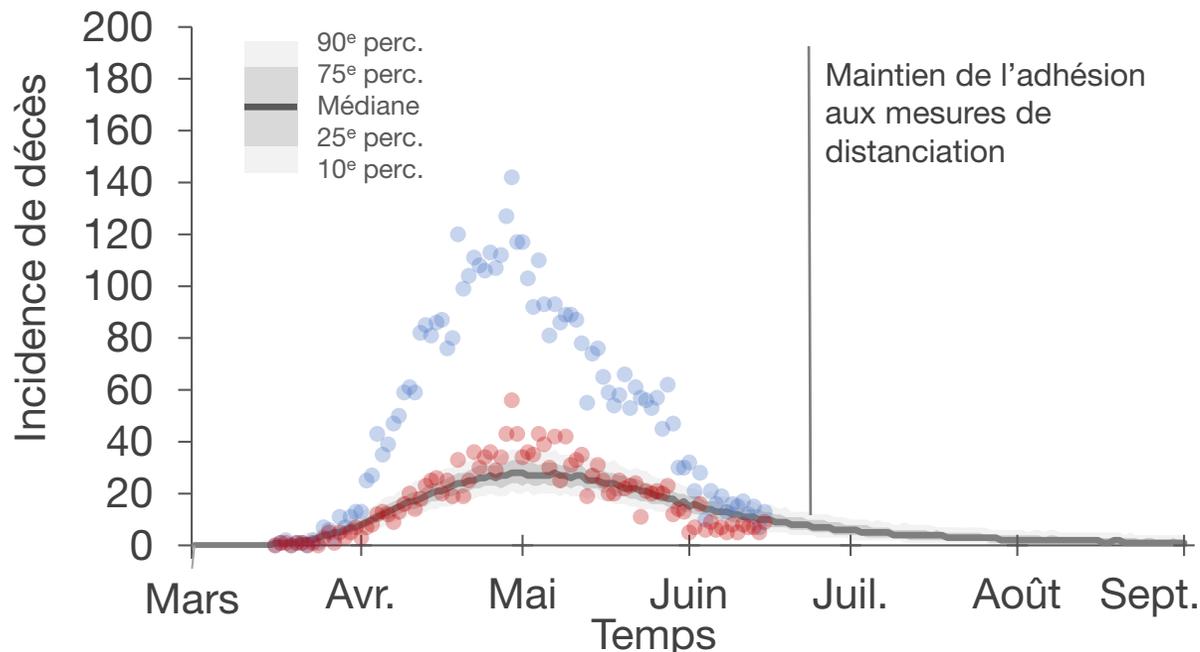
# Impact de l'adhésion aux mesures de distanciation pendant l'été

## Grand Montréal

nouveaux décès par jour – population générale

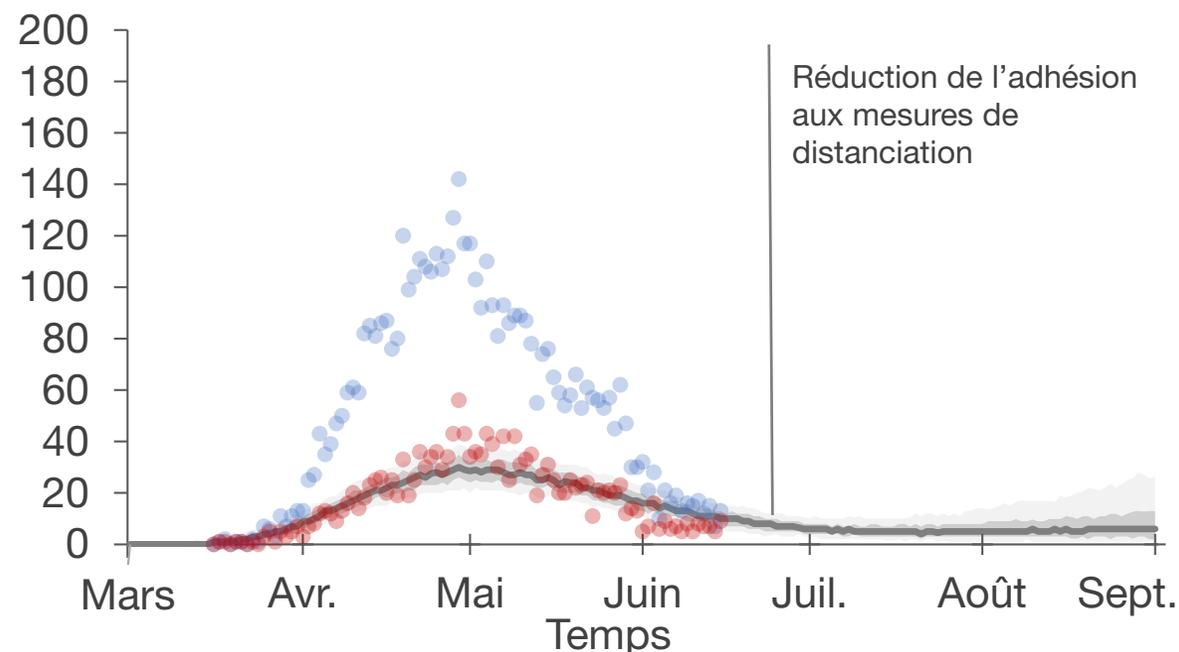
### Maintien d'une forte adhésion

50-75 % des contacts protégés



### Réduction de l'adhésion

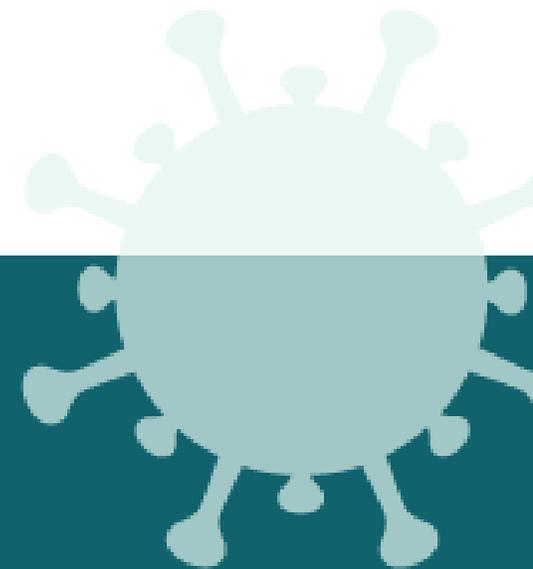
25-50 % des contacts protégés



**Attention aux éclosions et cas liés aux voyages** pour éviter et/ou mieux contrôler une possible seconde vague :

- **Éclosions dans les CHSLD et Centre Hospitaliers (CH) :** le modèle ne tient pas compte des éclosions dans les CHSLD/CH. Même avec un faible nombre de cas dans la population générale, ces milieux demeurent vulnérables aux éclosions.
- **Ouverture possible des frontières avec les États-Unis cet été :** les prédictions ne tiennent pas compte de l'importation possible de cas provenant des États-Unis, advenant la réouverture de la frontière au cours de l'été. Une ouverture aurait le potentiel d'augmenter substantiellement le nombre de cas importés et donc le risque d'éclosions.

Autres régions  
Prédictions du modèle



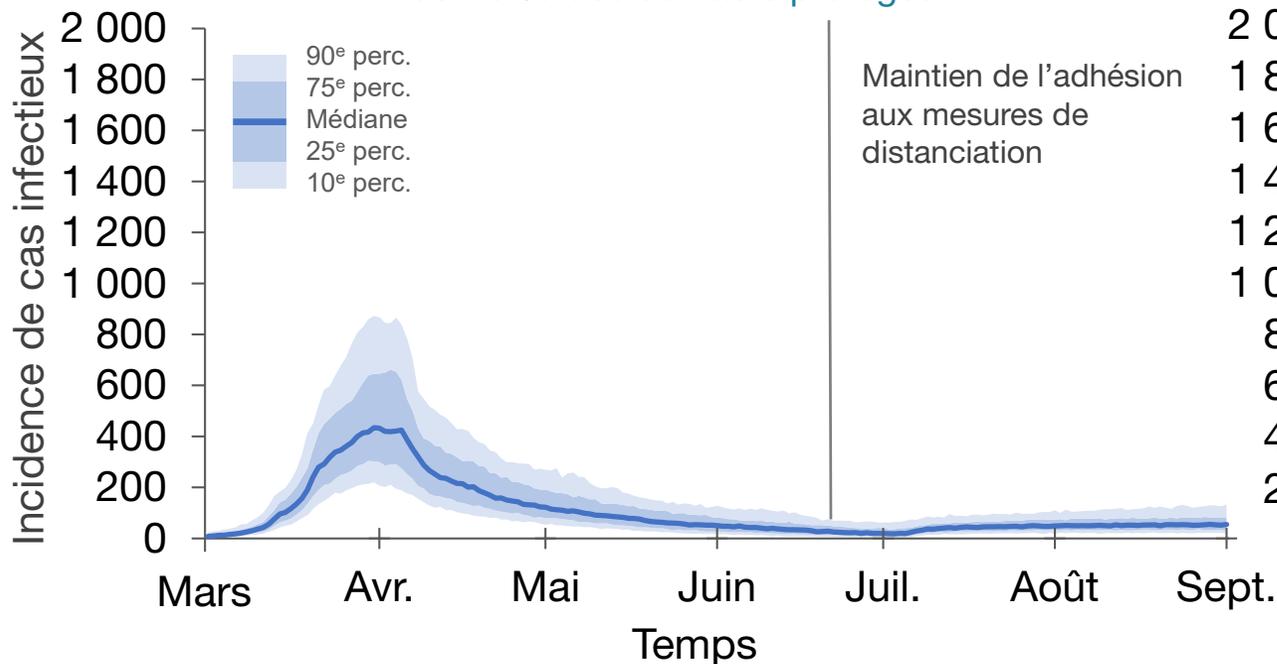
# Impact de l'adhésion aux mesures de distanciation pendant l'été

Autres régions – avec cas liés aux déplacements interrégionaux

nouveaux cas infectieux par jour – population générale

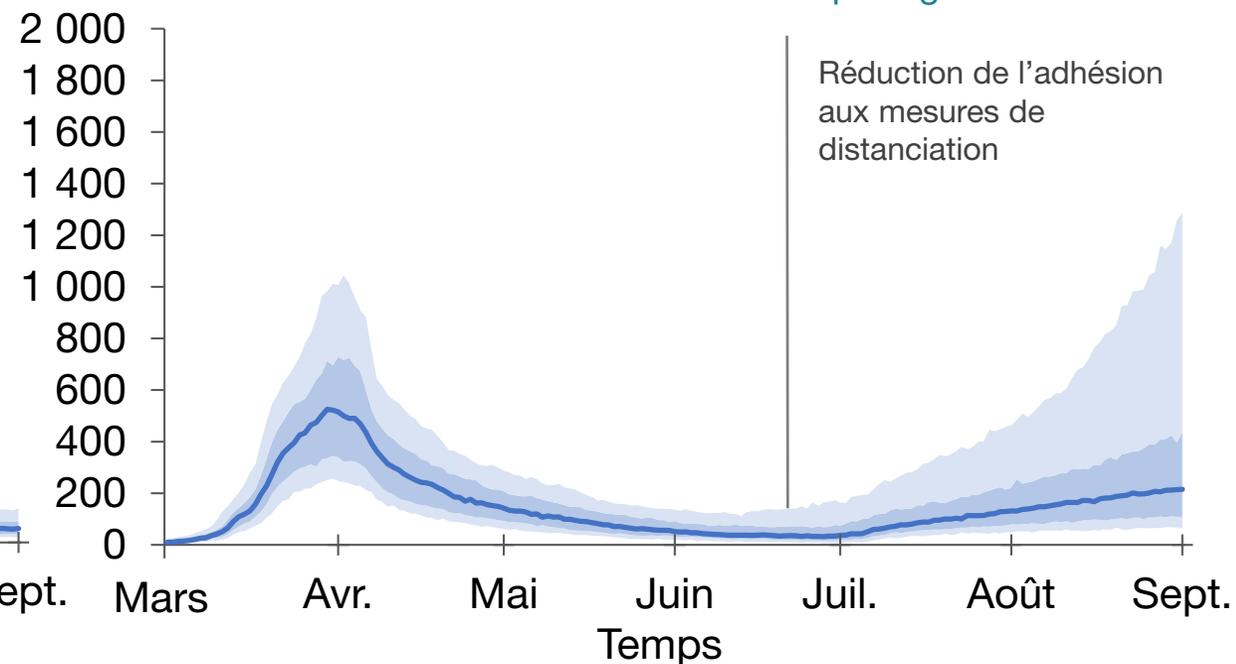
## Maintien d'une forte adhésion

50-75 % des contacts protégés



## Réduction de l'adhésion

25-50 % des contacts protégés



À noter : ce sont les prédictions de **tous les cas (cliniques et sous-cliniques)**; le nombre est plus élevé que les cas détectés et il y a un délai lié aux tests entre les cas infectieux et les cas détectés. Les cas chez les résidents en CHSLD sont exclus. Les résultats représentent la médiane et les 10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles des 500 prédictions du modèle. Forte adhésion : isolement médian = 83 %. Réduction de l'adhésion : isolement médian = 75 %.

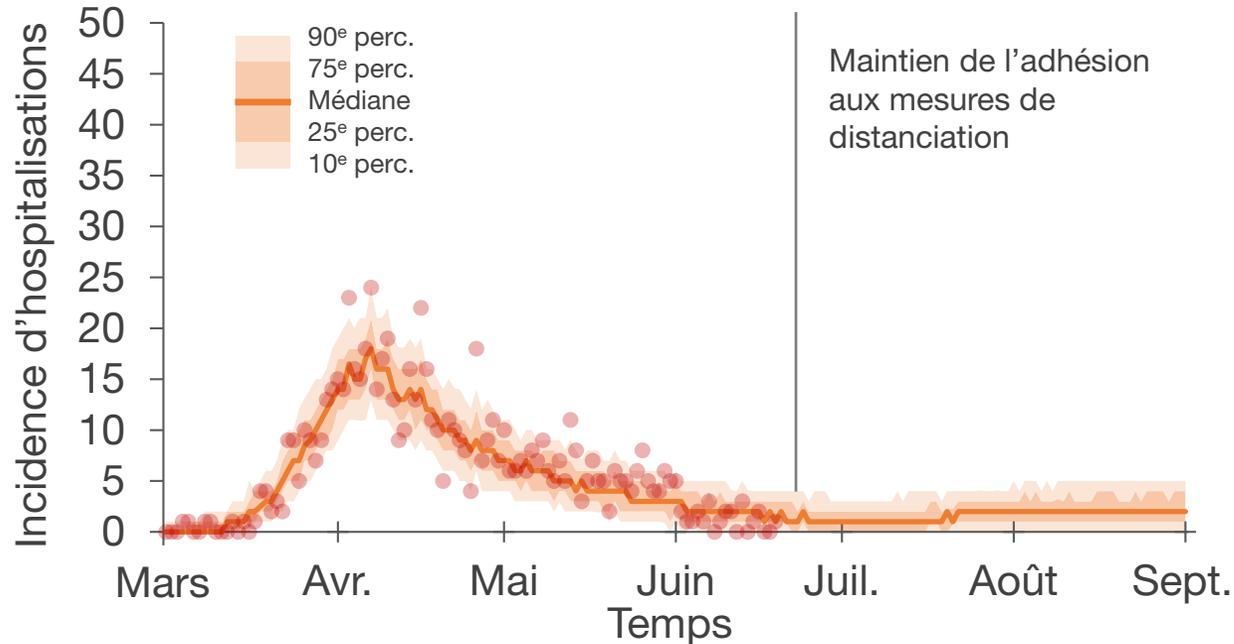
# Impact de l'adhésion aux mesures de distanciation pendant l'été

Autres régions – avec cas liés aux déplacements interrégionaux

nouvelles hospitalisations par jour – population générale

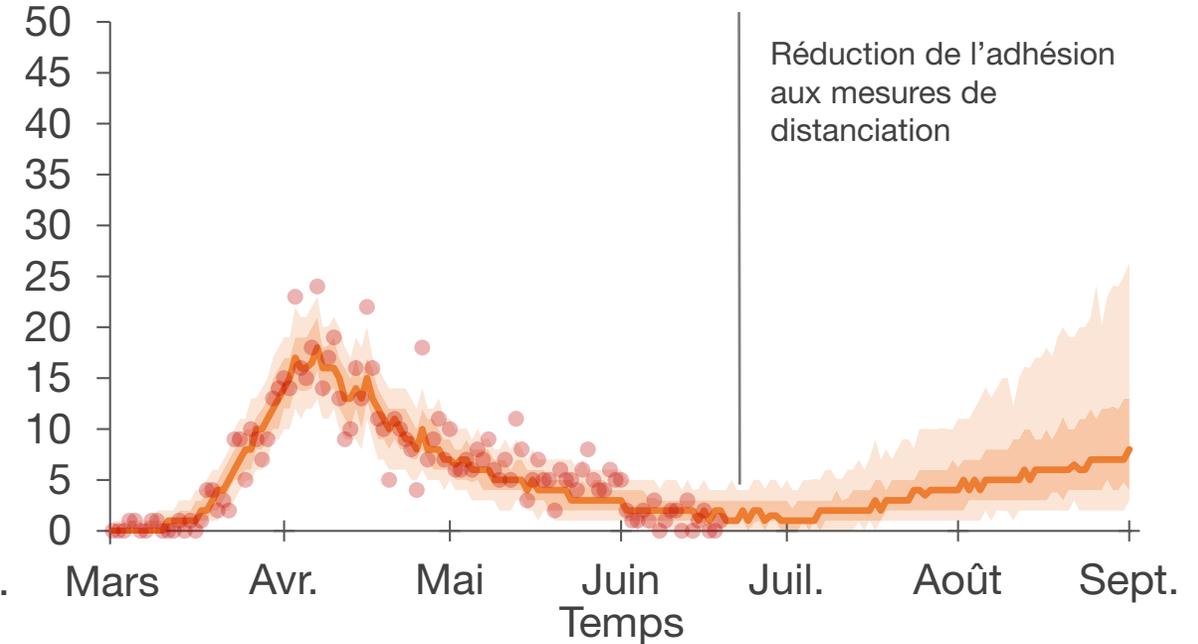
## Maintien d'une forte adhésion

50-75 % des contacts protégés



## Réduction de l'adhésion

25-50 % des contacts protégés

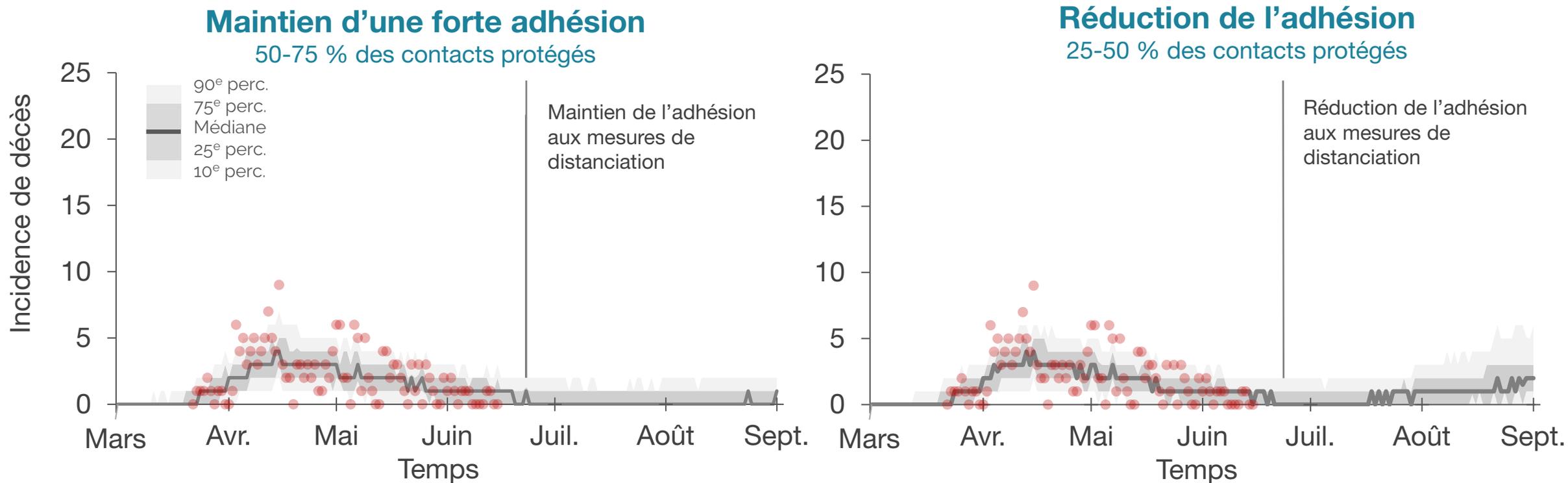


À noter : **points rouges**, données Med-Écho. Les transferts des CHSLD sont exclus; les séjours en centre hospitalier de 24 heures et moins sont inclus.  
**Calibration des données jusqu'au 20 juin.** Les résultats représentent la médiane et les 10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles des prédictions du modèle. Forte adhésion : isolement médian = 83 %. Réduction de l'adhésion : isolement médian = 75 %.

# Impact de l'adhésion aux mesures de distanciation pendant l'été

Autres régions – avec liens aux déplacements interrégionaux

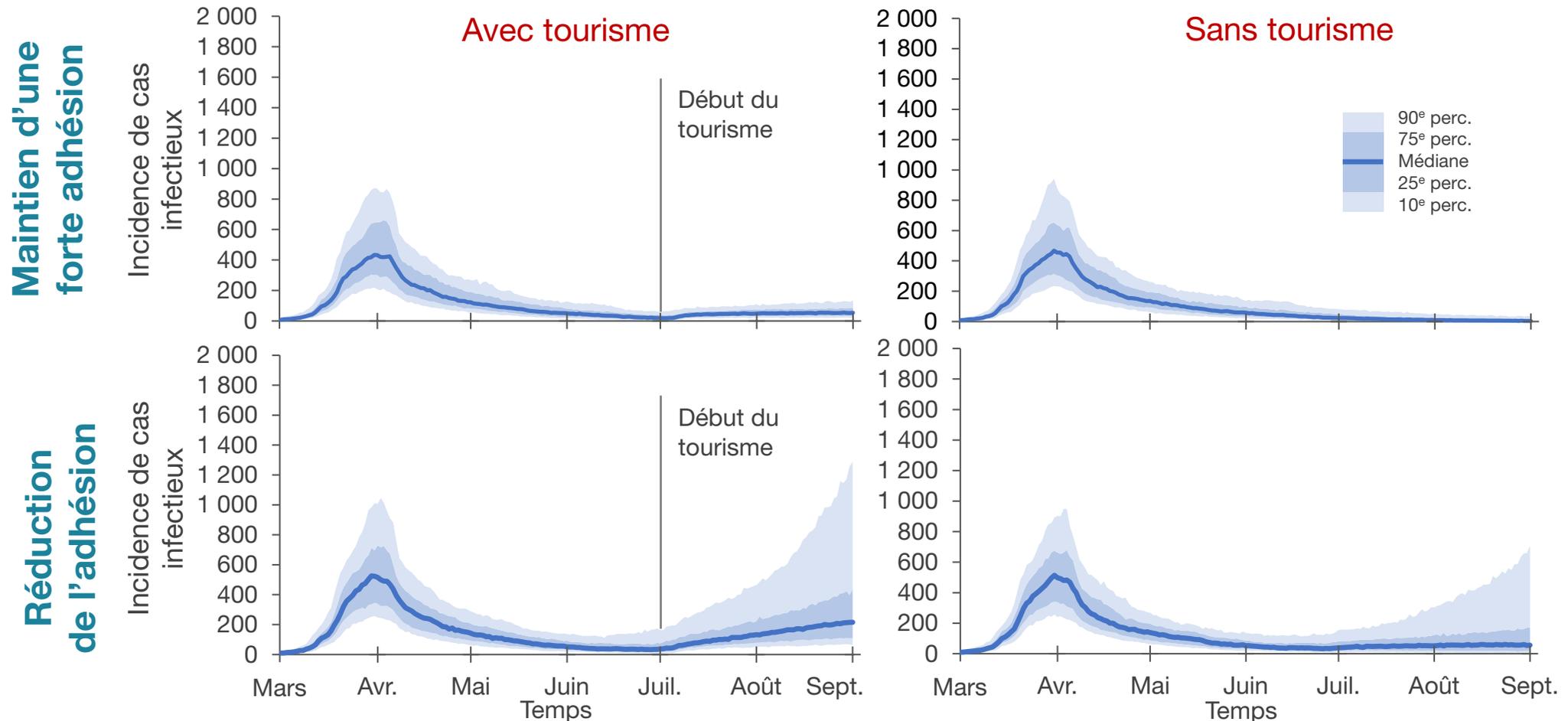
nouveaux décès par jour – population générale



**Points rouges**, données MSSS (V10 décès) sans les décès de la COVID-19 chez les résidents en CHSLD. Prédiction des décès dans la population générale. **Calibration des données jusqu'au 20 juin.** Les résultats représentent la médiane et les 10<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles des prédictions du modèle. Forte adhésion : isolement médian = 83 %. Réduction de l'adhésion : isolement médian = 75 %.

# Impact de l'adhérence aux mesures de distanciation pendant l'été

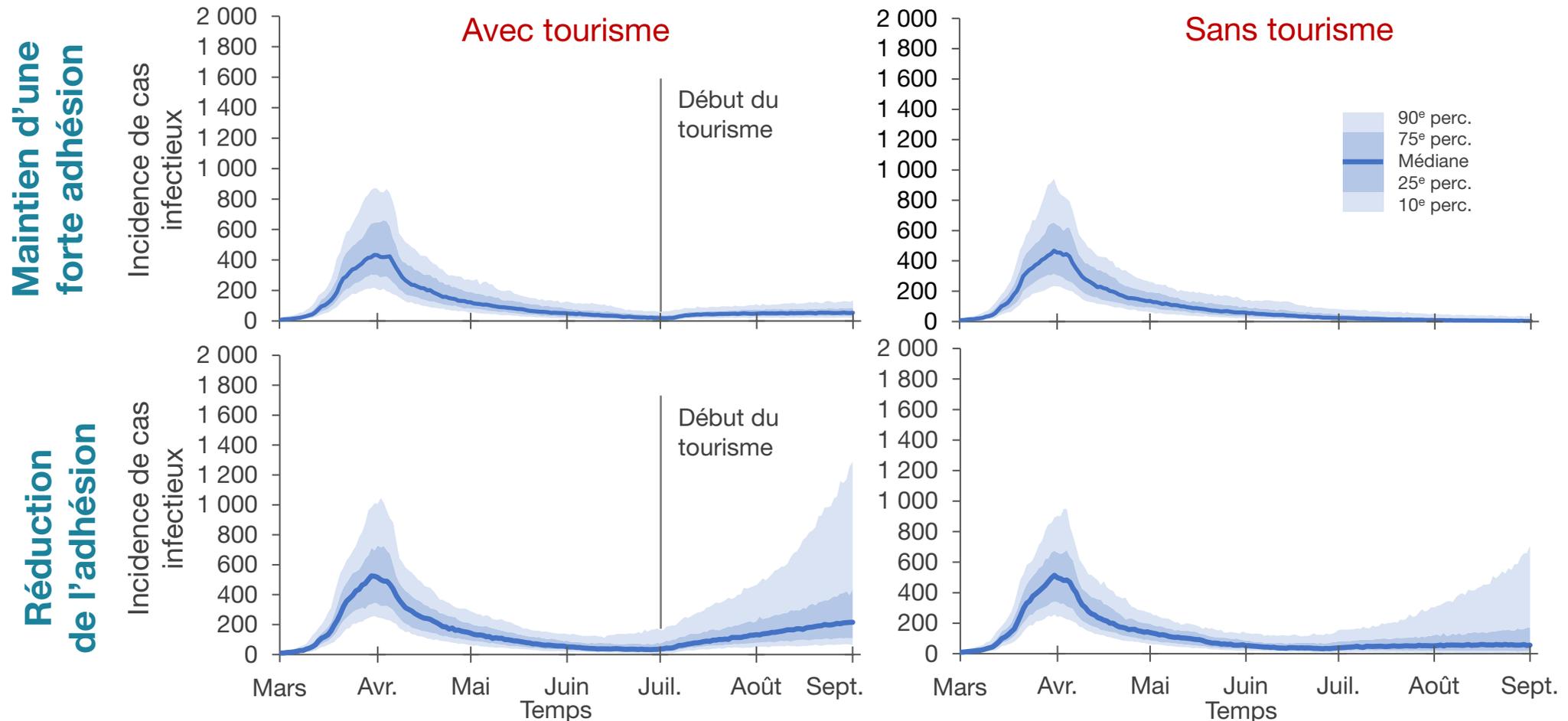
## Autres régions – **avec et sans** cas liés aux déplacements interrégionaux



- **Forte adhésion** : les prédictions montrent que le nombre de cas, d'hospitalisations et de décès resterait faible.
- **Réduction de l'adhésion** : les prédictions montrent qu'il pourrait y avoir une augmentation des hospitalisations et des décès en juillet, avec une accélération possible en août

# Impact de l'adhérence aux mesures de distanciation pendant l'été

## Autres régions – **avec et sans** cas liés aux déplacements interrégionaux



- Les conclusions sur l'évolution de la Covid-19 pour les autres régions sont peu influencées par l'inclusion de cas infectieux liés aux déplacements inter-régionaux, surtout avec le maintien d'une forte adhésion (scénarios variant de 7-42 cas importés par jour)
- **Attention** : l'augmentation de cas liés aux déplacements inter-régionaux accroît le risque d'éclotions localisées. Il est donc important de maintenir les mesures de distanciation sociale ainsi qu'un bon système de dépistage des cas et de traçage des contacts. De plus, les prédictions ne tiennent pas compte de l'importation possible de cas provenant des États-Unis.

# Résumé - modélisation

---

## Évolution de la Covid-19 cet été - Grand Montréal et Autres régions

- Les prédictions de l'évolution de la Covid-19 dépendent de l'adhésion aux mesures de distanciation et de l'isolement lors de symptômes.
- **Maintien d'une forte adhésion** : 100 % des prédictions suggèrent une stabilisation/diminution des hospitalisations et des décès.
- **Réduction de l'adhésion** : autour de 50 % des prédictions suggèrent qu'il pourrait y avoir une augmentation des hospitalisations et des décès en juillet, avec une accélération possible en août.

## Voyages entre les régions - Tourisme

- Les prédictions de l'évolution de la Covid-19 sont peu influencées par l'importation de cas infectieux par les déplacements interrégionaux, surtout avec le maintien d'une forte adhésion aux mesures de distanciation par les résidents des régions et les vacanciers, ainsi que par l'isolement des cas.
- Le modèle ne tient pas compte de l'importation possible de cas provenant des États-Unis, advenant la réouverture de la frontière au cours de l'été.

# Résumé – modélisation (suite)

---

## Attention aux éclosions pendant l'été

- Le modèle ne permet pas de prédire les éclosions localisées; il prédit plutôt la transmission soutenue dans la population.
- **Milieux clos** : même avec peu de cas dans la population générale, les milieux clos demeurent à risque d'éclosions (ex. : CHSLD, centres hospitaliers, abattoirs/usines);
  - ceux avec des populations vulnérables (ex. : CHSLD) sont particulièrement à risque de cas sévères et de décès liés à la Covid-19.
- **Éclosions localisées** : l'augmentation de cas importés par les déplacements interrégionaux accroît le risque d'éclosions localisées.
- **Il est important** de maintenir les mesures de distanciation physique ainsi qu'un bon système de dépistage et de traçage des contacts pour contrôler rapidement les éclosions et éviter une reprise de la transmission dans la population.

# Travaux en cours

---

- 1 Intégration des matrices de contacts par âge dans notre modèle (données québécoises) :
  - contacts sociaux selon l'âge par types de lieux (maison, travail, école, transports en commun, loisirs, autres) avant, pendant et après le confinement (étude CONNECT2 - complétée).
- 2 Prédications de l'impact de différentes stratégies spécifiques pour éviter et/ou mieux contrôler une 2<sup>e</sup> vague :
  - Ex. : intensification de l'identification des cas et de leurs contacts (tests).

# Groupe de recherche en modélisation mathématique des maladies infectieuses

Centre de recherche du CHU de Québec – Université Laval

- Marc Brisson, Ph. D., directeur
- Guillaume Gingras, Ph. D., modélisateur principal
- Mélanie Drolet, Ph. D., épidémiologiste
- Jean-François Laprise, Ph. D., modélisateur

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

- Myrto Mondor, M. Sc.
- Éric Demers, M. Sc.
- Kaoutar Ennour-Idrissi, M.D., M. Sc.
- Aurélie Godbout, M.D.
- Dave Martin, Ph. D.
- Alexandre Bureau, Ph. D.
- Jacques Brisson, D. Sc.
- Norma Pérez, M. Sc.
- Caty Blanchette, M. Sc.
- Léa Drolet-Roy
- Michel Alary, M.D., Ph. D., FCAHS
- Alain Fournier, M. Sc.

## Collaboratrice Imperial College London

- Marie-Claude Boily, Ph. D.

## Collaborateurs Université McGill

- Mathieu Maheu-Giroux, Sc. D.
- David Buckeridge, Ph. D.
- Arnaud Godin, M. Sc.
- Yiqing Xia, M. Sc.

## Calcul Canada

- Charles Coulombe

## Collaborateur Université de Montréal

- Benoît Mâsse, Ph. D.

## Collaborateurs Institut national de santé publique du Québec

- Gaston De Serres, M.D., Ph. D.
- Chantal Sauvageau, M.D., FRCP(c)
- Rodica Gilca, M.D., FRCP(c)
- Élise Fortin, Ph. D.
- Nicholas Brousseau, M.D., FRCP(c)
- Christophe Garenc, Ph. D.
- Geneviève Deceuninck, M. Sc.
- Zhou Zhou, Ph. D.
- Rachid Amini, M. Sc.



# Méthodes pour la modélisation de l'évolution de la COVID-19 au Québec

# Forces et limites du modèle mathématique

---

## Forces

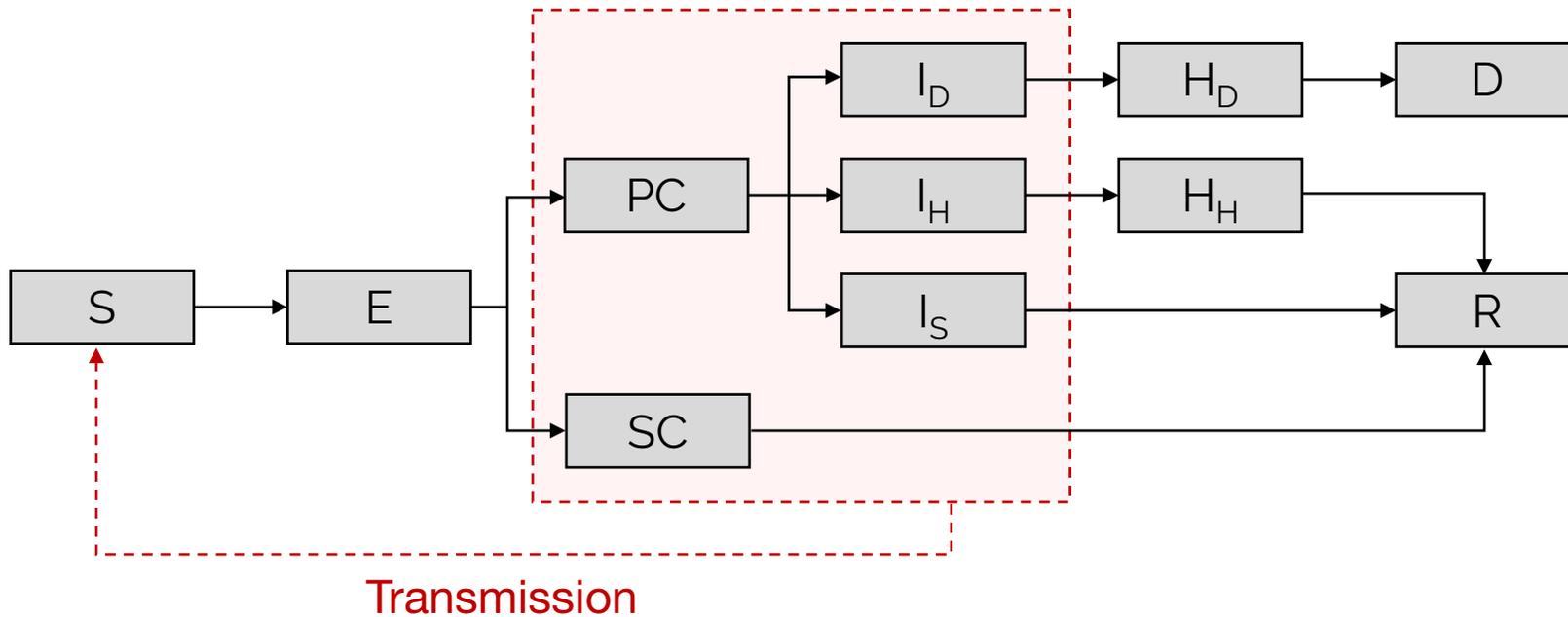
- Il peut évaluer des stratégies générales de déconfinement.
- Il est **calibré** pour s'assurer qu'il reproduise les données d'hospitalisations et de décès au Québec :
  - > 150 000 000 simulations ont été réalisées sur les superordinateurs de Calcul Canada pour trouver les combinaisons de paramètres qui reproduisent le mieux l'épidémie au Québec.
- Il **tient compte de l'incertitude** concernant l'histoire naturelle de la COVID-19.

## Limites

- Les prédictions des modèles sont sensibles :
  - aux **contacts sociaux réels des Québécois** au travail et à l'école;
  - à la **qualité et à l'exhaustivité des données** liées à la COVID-19 au Québec;
  - au pourcentage de personnes infectées par la COVID-19 qui demeurent sous-clinique (absence de données sérologiques pour connaître la proportion réelle de la population infectée).
- Le modèle ne peut pas présentement examiner des stratégies spécifiques de déconfinement (ex. : l'identification des contacts des cas détectés, des stratégies spécifiques de retour à l'école) (travaux en cours).

# Histoire naturelle et prise en charge

## Diagrammes de flux – Modèle dynamique stochastique compartimental



### Légende

S : Susceptible

E : Exposé (latence)

PC : Préclinique (infectieux)

SC : Sous-clinique (infectieux)

I<sub>S</sub> : Clinique sans hospitalisation

I<sub>H</sub> : Clinique préhospitalisation (hospitalisation -> rétablissement)

I<sub>D</sub> : Clinique préhospitalisation et décès (hospitalisation -> décès)

H<sub>H</sub> : Hospitalisation mène au rétablissement

H<sub>D</sub> : Hospitalisation mène au décès

R : Rétabli/Immun

D : Décédé

La transmission sera modélisée selon les contacts dans les différents lieux : maison, école, travail, transport en commun (travaux en cours).

Les boîtes représentent les différents états de santé (infection/maladie) dans lesquels un individu du modèle peut se trouver. Les flèches pleines représentent les transitions entre les états de santé et la flèche pointillée représente les voies de transmission. La vitesse à laquelle les individus sont infectés est paramétrée par le taux de reproduction de base ( $R_0$ ) et les autres transitions sont paramétrées par les durées moyennes passées dans chaque état.

# Paramètres Transmission et durées

	Symbole	Min	Max	Références
<b>Transmission</b>				
R0		2	4	(2, 9, 10)
Cas importés à travers le temps (voyage, cas chez les travailleurs dans les CHSLD)				Lab**, V10
<b>Durée dans l'état (jours)</b>				
<b>Incubation</b>	E+PC	3	9	(1-5, 13)
Latence	E	(Incubation – PC)		
Préclinique (infectieux)	PC	0.5	3	(2, 5, 17)
<b>Infectieux</b>				
Sous-clinique (jamais symptomatique ou symptômes faibles)	SC	3	24	PHAC, 22 mai
Clinique sans hospitalisation (début symptômes au rétablissement)	I <sub>S</sub>	3	24	PHAC, 22 mai
Clinique préhospitalisation (début symptômes à hospitalisation)	I <sub>H</sub>	2	10	V10, 21 mai
Clinique préhospitalisation et décès (début symptômes à hospitalisation, parmi décès)	I <sub>D</sub>	1	6	V10, 21 mai
<b>Hospitalisation</b>				
Sévère (hospitalisation à la sortie de l'hôpital)	H <sub>H</sub>	4	19	V10, 21 mai
Critique (hospitalisation au décès)	H <sub>D</sub>	4	20	V10, 21 mai

\*\*LABO COVID-19 et V10, INSPQ. Nombre de cas détectés chez les personnes ayant voyagé (date de retour au pays).

# Paramètres Sévérité

	Fraction clinique (2,5,6,8)		% Hospitalisation <sup>(2,6)</sup> (parmi cas clinique)		% Décès <sup>(2,5,6,8)</sup> (parmi cas clinique)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<b>Tous les âges</b>	20 %	80 %	4,0 %	10,0 %	1,0 %	8,0 %
Par âge (RR) :						
0-9 ans	2 %	12 %	0,0 %	0,1 %	0,002 %	0,003 %
10-19 ans	3 %	53 %	0,0 %	0,3 %	0,006 %	0,015 %
20-29 ans	15 %	62 %	1,1 %	1,2 %	0,031 %	0,06 %
30-39 ans	28 %	71 %	3,4 %	3,2 %	0,084 %	0,146 %
40-49 ans	28 %	71 %	4,3 %	4,9 %	0,15 %	0,3 %
50-59 ans	47 %	96 %	8,2 %	10,9 %	0,6 %	1,3 %
60-69 ans	54 %	96 %	11,8 %	16,6 %	1,9 %	4,0 %
70-79 ans	62 %	96 %	16,6 %	24,3 %	4,3 %	8,6 %
80+ ans	100 %	100 %	18,4 %	27,3 %	7,8 %	1,4 %

À noter: les % décès sont estimés parmi les cas cliniques. Ce n'est pas le % de décès parmi tous les cas.

# 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 autour de 35-150 000 000 combinaisons de paramètres par scénario, échantillonnées aléatoirement parmi les distributions uniformes de paramètres.
- On sélectionne les 400 combinaisons de paramètres qui reproduisent le mieux les données empiriques de décès et d'hospitalisations 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 (méthode des moindres carrés).

# 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 – 2020

- Même méthodologie que CONNECT1.
- 20 avril – fin mai (en cours).

### Comparaison des données de CONNECT1 et CONNECT2 permettra de:

- Mesurer l'adhésion de la population aux mesures de distanciation de façon objective.
- Prédire l'évolution de l'épidémie de la COVID-19 en considérant la diminution réelle des contacts sociaux de la population québécoise.

# Paramètres

## Matrices de contacts sociaux au Québec



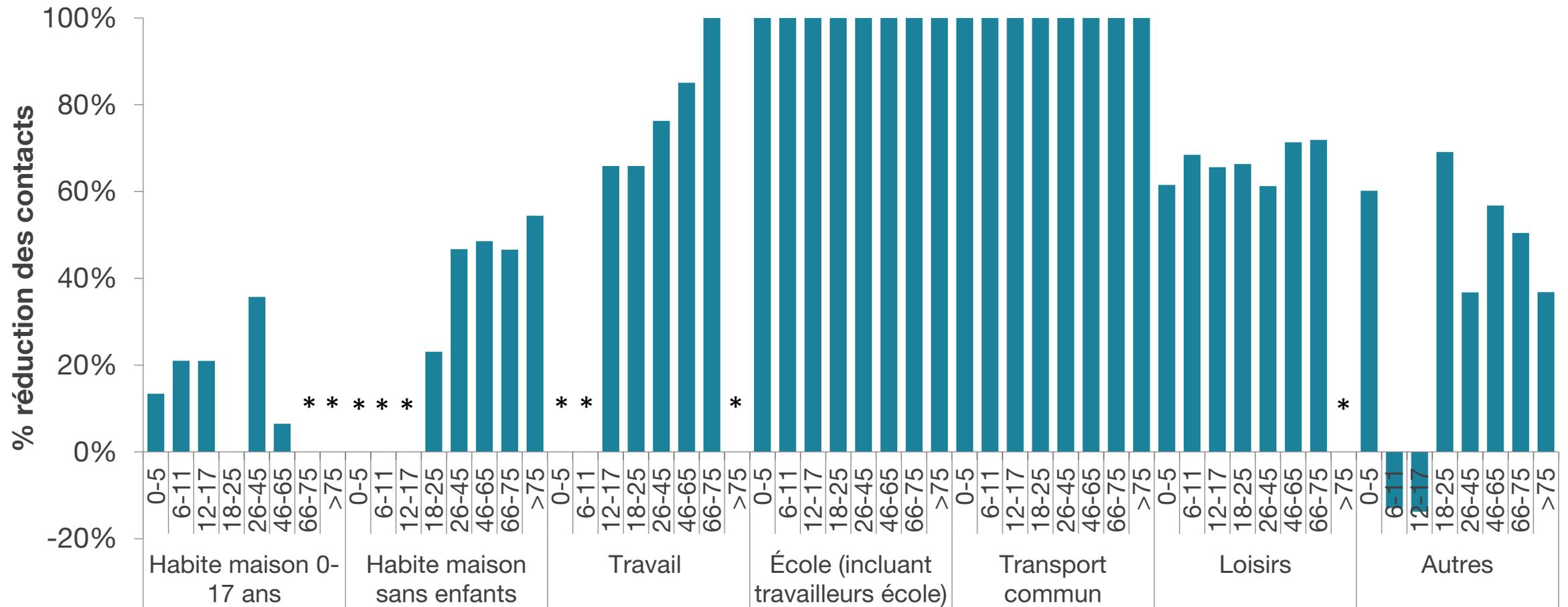
**CONNECT**

CONtrôler la traNsmission des  
maladies infectieuses par l'Étude  
des ConTacts et des réseaux

- Étude des contacts sociaux, 2018<sup>16</sup>
- > 5000 Canadiens, dont 1300 Québécois
- Matrices de contacts seront intégrées dans le modèle
- Âge : 0-80 ans
- Lieux :
  - Maison
  - École
  - Travail
  - Transport
  - Loisirs
  - Autres

# Données préliminaires de CONNECT1 vs CONNECT2

## Réduction des contacts sociaux par âges et lieux



Préconfinement et confinement : données préliminaires de CONNECT1 (2018/2019 sans l'été) et CONNECT2 (données du 20 avril-13 mai).

\*. Petit nombre d'individus.

# Paramètres

## Réduction de la mobilité de Google - 16 février au 29 mars

### Quebec

#### Retail & recreation

**-70%** compared to baseline



#### Grocery & pharmacy

**-44%** compared to baseline



#### Parks

**-68%** compared to baseline



#### Transit stations

**-75%** compared to baseline



#### Workplace

**-45%** compared to baseline



#### Residential

**+15%** compared to baseline



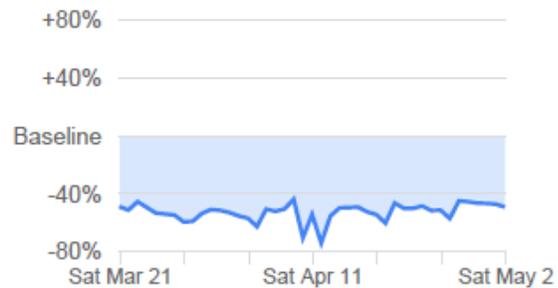
# Paramètres

## Réduction de la mobilité de Google - 21 mars au 2 mai

### Quebec

#### Retail & recreation

**-49% compared to baseline**



#### Grocery & pharmacy

**-18% compared to baseline**



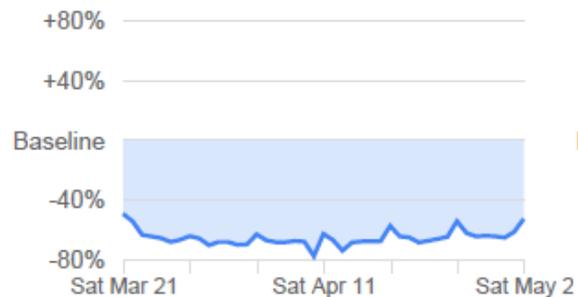
#### Parks

**+15% compared to baseline**



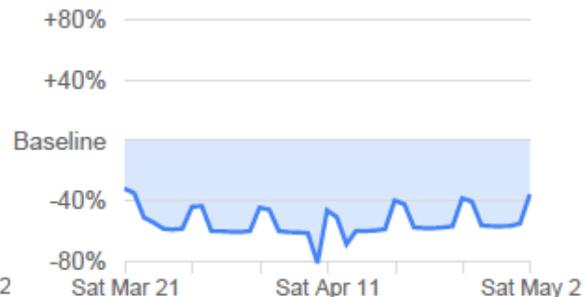
#### Transit stations

**-52% compared to baseline**



#### Workplaces

**-36% compared to baseline**



#### Residential

**+14% compared to baseline**



# Paramètres

## Réduction de la mobilité de Google - 1 mai au 12 juin

### Québec

#### Commerces et loisirs

**-29 %** par rapport à la référence



#### Alimentation et pharmacies

**-5 %** par rapport à la référence



#### Parcs

**+121 %** par rapport à la référence



#### Arrêts transp. en commun

**-48 %** par rapport à la référence



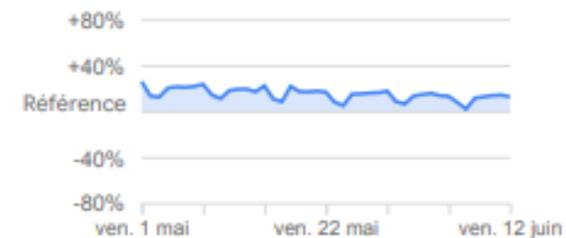
#### Lieux de travail

**-38 %** par rapport à la référence



#### Lieux de résidence

**+13 %** par rapport à la référence



# Données calibration du modèle

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

# Références

1. Backer JA, Klinkenberg D, Wallinga J. *Euro Surveill* 2020;25(5):pii=2000062.
2. Ferguson NM, Laydon D, Nedjati-Gilani G, *et al.* Imperial College COVID-19 Response Team. Mars 2020. doi: <https://doi.org/10.25561/77482>
3. Linton NM, Kobayashi T, Yang Y *et al.* *J Clin Med.* 2020;9(2):538
4. Li Q, Guan X, Wu P, *et al.* *N Engl J Med.* 2020;382(13):1199-1207
5. Tindale LC, Coombe M, Stockdale JE, *et al.* MedRxiv. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.03.20029983>
6. Verity R, Okell LC, Dorigatti I, *et al.* MedRxiv. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20033357>
7. Gaythorpe K, Imai N, Cuomo-Dannenburg G, *et al.* Report 8: Symptom progression of COVID-19. Imperial College COVID-19 Response Team. doi: <https://doi.org/10.25561/77344>
8. Wu JT, Leung K, Bushman M, *et al.* Estimating clinical severity of COVID-19 from the transmission dynamics in Wuhan, China. *Nature Med.* <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0822-7#Sec6>
9. Muniz-Rodriguez K, Fung ICH, Ferdosi SR, *et al.* MedRxiv doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.08.20030643>
10. Zhang L, Wan K, Chen J, Lu C, *et al.* MedRxiv. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.02.16.20023804>;
11. Mossong J, Hens N, Jit M, *et al.* Social Contacts and Mixing Patterns Relevant to the Spread of Infectious Diseases. *PLoS Medicine* 2008; 5(3):e71
12. Jarvis C, van Zandvoort K, Gimma A, Quantifying the impact of physical distance measures on the transmission of COVID-19 in the UK, <https://cmmid.github.io/topics/covid19/current-patterns-transmission/reports/LSHTM-CMMID-20200401-CoMix-social-contacts.pdf>
13. Sanche S, Lin YT, Xu C, *et al.* MedRxiv <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.07.20021154v1.full.pdf>
14. Perceptions et comportements de la population québécoise en lien avec la pandémie de COVID-19 (INSPQ, Faits saillant du sondage du 31 mars 2020)
15. Réduction du mouvement au Québec . Google ([https://www.gstatic.com/covid19/mobility/2020-03-29\\_CA\\_Mobility\\_Report\\_en.pdf](https://www.gstatic.com/covid19/mobility/2020-03-29_CA_Mobility_Report_en.pdf))
16. Étude CONNECT(<http://connect.marc-brisson.net> )
17. Byrne AW, McEvoy D, Collins ÁB, *et al.* MedRxiv, doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.25.20079889>