

Reprise du retard en chirurgie causé par la COVID-19 en Ontario : étude de modélisation de séries chronologiques

Jonathan Wang MScA, Saba Vahid PhD, Maria Eberg MSc, Shannon Milroy MSc, John Milkovich, Frances C. Wright MD MÉd, Amber Hunter MBA, Ryan Kalladeen BA (avec spécialisation), Claudia Zanchetta inf aut MSc inf, Harindra C. Wijeyesundera MD PhD, Jonathan Irish MD MSc

■ Citation : *CMAJ* 2020 November 2;192:E1347-56. doi : 10.1503/cmaj.201521-f; diffusion hâtive le 1^{er} septembre 2020

Voir la version anglaise de l'article ici : www.cmaj.ca/lookup/doi/10.1503/cmaj.201521

RÉSUMÉ

CONTEXTE : Pour limiter la propagation de la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19), de nombreux pays ont décidé de réduire le nombre d'interventions chirurgicales non urgentes, ce qui a créé des retards en chirurgie partout dans le monde. Notre objectif était d'évaluer l'ampleur du retard pour ce type d'interventions en Ontario, au Canada, ainsi que le temps et les ressources nécessaires pour y remédier.

MÉTHODES : Nous avons consulté 6 bases de données administratives décrivant la population ontarienne et canadienne pour dégager la distribution du volume chirurgical et de la cadence des salles d'opération pour chaque type d'interventions et chaque région, et con-

naître la durée d'occupation d'un lit d'hôpital et d'un lit de soins intensifs. Les données utilisées concernent l'ensemble ou une partie de la période du 1^{er} janvier 2017 au 13 juin 2020. Nous avons estimé l'ampleur du retard accumulé et prédit le temps nécessaire pour le reprendre dans un scénario avec capacité d'appoint de + 10% (ajout d'un jour à 50% de la capacité par semaine) à l'aide de modèles de séries chronologiques, de modèles de files d'attente et d'une analyse de sensibilité probabiliste.

RÉSULTATS : Entre le 15 mars et le 13 juin 2020, le retard en chirurgie à l'échelle de l'Ontario s'est accru de 148364 opérations (intervalle de prévision à 95% 124508–174589) au total, et en

moyenne de 11413 opérations par semaine. Pour reprendre le retard accumulé, il faudra environ 84 semaines (intervalle de confiance [IC] à 95% 46–145) et une cadence hebdomadaire de 717 patients (IC à 95% 326–1367), qui elle demande 719 heures passées au bloc opératoire (IC à 95% 431–1038), 265 lits d'hôpital (IC à 95% 87–678) et 9 lits de soins intensifs (IC à 95% 4–20) par semaine.

INTERPRÉTATION : L'ampleur du retard en chirurgie dû à la COVID-19 laisse entrevoir de graves conséquences pour la phase de reprise en Ontario. Le cadre qui nous a servi à modéliser la reprise du retard peut être adapté ailleurs, avec des données locales, pour faciliter la planification.

Le 11 mars 2020, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a déclaré que la propagation de la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19), maladie qui a de lourdes conséquences sur la santé, l'échiquier politique et l'économie à l'échelle mondiale, avait atteint le stade de pandémie¹. Maintenant que certains pays ont passé le pire de la première vague, on en voit bien les séquelles sur le système de santé — surtout en chirurgie². D'après les estimations du CovidSurg Collaborative, 28404603 opérations chirurgicales dans 190 pays auraient été annulées ou reportées durant les 12 premières semaines de la COVID-19, dont 37,7% des interventions pour un cancer et 81,7%

des autres interventions (affections bénignes)³. S'ils augmentaient de 20% leur volume chirurgical par rapport à la normale, les pays touchés auraient besoin d'un temps médian de 45 semaines pour reprendre le retard accumulé. Selon un modèle de reprise postpandémie des interventions orthopédiques planifiées, il faudrait 7–16 mois aux États-Unis pour retrouver un rythme stable, et le nombre d'opérations à reprendre dépasserait le million⁴.

Le 15 mars 2020, le ministère de la Santé de l'Ontario a demandé aux hôpitaux d'opérer une « réduction mesurée du nombre d'opérations chirurgicales et autres activités non urgentes » en

prévision d'une explosion des cas de COVID-19⁵. Puis le 26 mai, il a levé la directive, autorisant les établissements à graduellement augmenter le volume d'opérations planifiées et à court délai⁶. Bref, la COVID-19 a fait diminuer le nombre d'interventions non urgentes effectuées en Ontario, causant un retard important. Notre objectif était d'évaluer l'ampleur du retard pour ce type d'interventions dans la province, ainsi que le temps et les ressources nécessaires pour y remédier.

Méthodes

La cadre qui a servi à établir les projections est présenté à la figure 1. Suivant la recommandation de nos partenaires régionaux et hospitaliers, nous avons appliqué un scénario avec capacité d'appoint réaliste de + 10% (ajout d'un jour à 50% de la capacité par semaine) en ajoutant 8 heures par jour sur une semaine de 5 jours. Nous avons inclus les opérations réalisées dans une salle d'opération entièrement équipée, et les avons classées dans les catégories suivantes : interventions oncologiques, interventions cardiaques (pontage aortocoronarien et opérations aux valvules), interventions vasculaires, greffes, interventions pédiatriques, et autres (chirurgie générale, orthopédique, gynécologique, urologique, ophtalmique, etc.). La répartition par types de l'ensemble des interventions pédiatriques, oncologiques et de la catégorie « autres » figure à l'annexe 1 (accessible en anglais au www.cmaj.ca/lookup/doi/10.1503/cmaj.201521/tab-related-content). Les interventions non urgentes de ces catégories et de type vasculaire ont été regroupées par niveaux de priorité des cas (P2, P3 et P4)⁷. Les opérations à court délai ont été réparties entre les cotes P2, P3 et P4, pour les interventions oncologiques, et les cotes P2 et P3, pour les interventions cardiaques, les greffes et les interventions vasculaires.

Sources des données

Pour paramétrer notre modèle, nous avons utilisé 6 bases de données administratives : le Système d'information sur les temps d'attente de l'Ontario, le Système national d'information sur les soins ambulatoires de l'Institut canadien d'information sur la santé, la Base de données sur les congés des patients de l'Institut canadien d'information sur la santé, le registre des interventions cardiaques (Cardiac Registry) de CorHealth Ontario, le système d'allocation des organes et des tissus (Organ and Tissue Allocation System) du Réseau Trillium pour le don de vie, et le Programme d'objectifs en matière d'efficacité des soins chirurgicaux. Les ensembles de données propres à l'Ontario sont décrits en détail à l'annexe 1. Le Système national d'information sur les soins ambulatoires et la Base de données sur les congés des patients nous ont servi à déterminer la distribution du temps d'utilisation du bloc opératoire et des séjours à l'hôpital et aux soins intensifs, ainsi que la proportion des interventions qui nécessitent un séjour à l'hôpital ou aux soins intensifs. Nous avons estimé le volume chirurgical et l'effet d'attrition à l'aide du Système d'information sur les temps d'attente, pour les interventions oncologiques, vasculaires et pédiatriques et les différents pourcentages d'opérations; du registre des interventions cardiaques de CorHealth Ontario, pour les interventions cardiaques; et du système d'allocation des organes et des tissus du Réseau Trillium, pour les greffes. Enfin, nous avons utilisé les données du Programme d'objectifs en matière d'efficacité des soins chirurgicaux pour établir le nombre de salles d'opération par régions et la distribution du délai de roulement.

Les principaux paramètres entrés dans le modèle sont la distribution du temps d'utilisation du bloc opératoire et de la durée de séjour à l'hôpital et aux soins intensifs, ainsi que les estimations

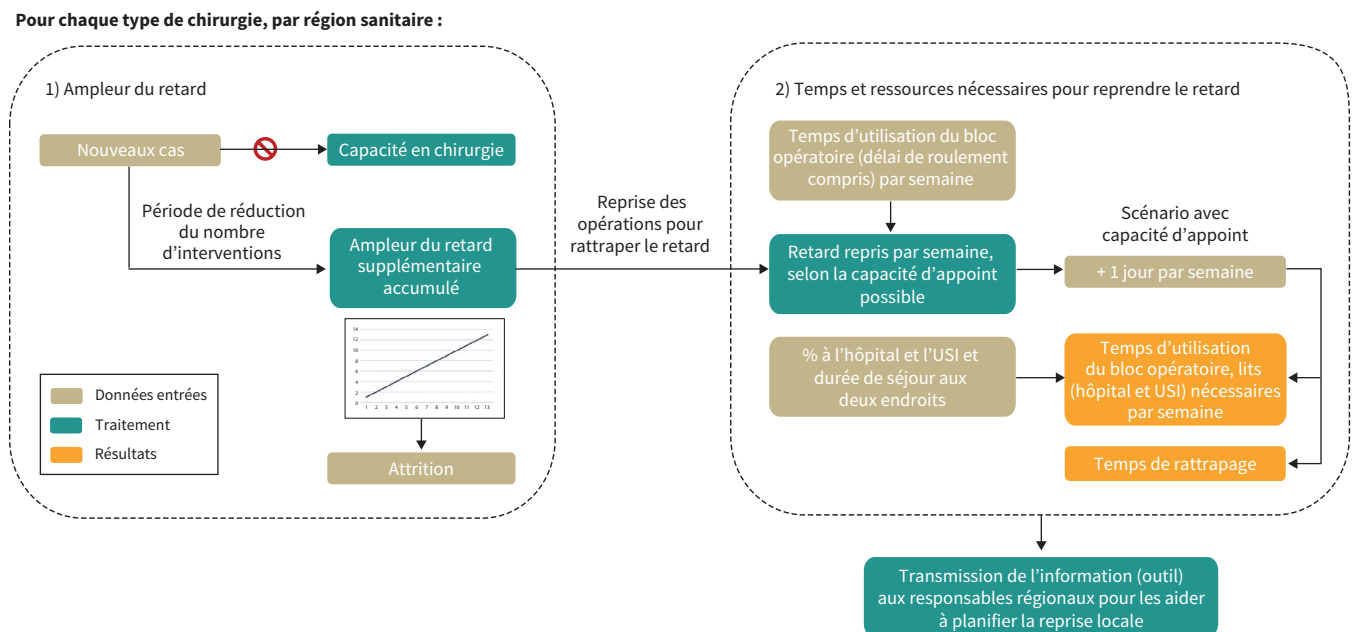


Figure 1 : Schéma de notre méthode de modélisation du retard en chirurgie. Remarque : USI = unité des soins intensifs.

du nombre de salles d'opération et du pourcentage habituel des interventions qui nécessitent un séjour à l'hôpital ou aux soins intensifs (tableau 1). Les données utilisées pour chaque région figurent à l'annexe 1.

Projection de l'ampleur du retard accumulé

L'Ontario compte 14,7 millions d'habitants et est divisé en 5 régions sanitaires (régions de l'Ouest, du Centre, de Toronto, de l'Est et du Nord)^{8,9}. En 2019–2020, 643 395 interventions chirurgicales ont eu lieu dans des salles d'opération entièrement équipées, dans 90 établissements de la province¹⁰. Ces interventions sont réparties en 4 niveaux de priorité (P1 à P4), selon l'état clinique du patient, d'après les normes régissant le temps d'attente convenable en Ontario⁷. Les cas cotés P1 sont des urgences touchant des « malades en phase critique »; les cotes P2 à P4 ont des délais cibles d'attente maximale différents, plus courts dans les domaines où le temps est compté, comme la chirurgie oncologique et la chirurgie cardiaque, que pour les autres affections. Les cibles de chaque niveau montrent qu'il faut prodiguer des soins plus tôt pour maximiser la probabilité de survie des patients atteints d'une maladie potentiellement mortelle (cancer, maladie cardiaque ou vasculaire, etc.) et pour limiter le plus possible les répercussions fonctionnelles des autres maladies nécessitant une opération (comme une arthroplastie ou une opération de la cataracte).

Nous avons estimé l'ampleur du retard accumulé entre le 15 mars et le 13 juin 2020, ce qui inclut la reprise graduelle des activités à partir du 26 mai 2020, quand le ministère de la Santé a annoncé la reprise des interventions non urgentes. L'ampleur du retard correspond à la différence entre le nombre d'interventions attendu et le nombre d'interventions effectuées pendant la période à l'étude. Ce retard, qui s'ajoute à celui qui existait déjà en Ontario, comprend les opérations annulées et reportées et les cas de patients incapables de se rendre à une consultation en chirurgie en raison de la COVID-19.

Projection du temps nécessaire pour reprendre le retard

Nous avons estimé le temps qu'il faudra pour reprendre le retard en divisant l'ampleur du retard accumulé par la cadence d'une salle d'opération, selon une version adaptée de la loi de Little, dans sa théorie des files d'attente¹¹. Nous avons évalué la cadence des salles en utilisant les données de 2019 pour déterminer la distribution du temps d'utilisation du bloc opératoire par types d'interventions et par régions. Nous avons établi la distribution du délai de roulement par régions à partir des données de juin 2020, recueillies dans le cadre du Programme d'objectifs en matière d'efficacité des soins chirurgicaux de la province. Le délai de roulement était plus élevé en juin que par le passé en raison des protocoles d'enfilage et de retrait de l'équipement de protection individuelle (EPI) et de nettoyage visant à prévenir la propagation de la COVID-19¹². Nous avons choisi

Tableau 1 : Données provinciales utilisées dans le modèle, par types d'interventions et par sources*

Données globales, pour l'ensemble de l'Ontario	Ampleur du retard†	Temps d'utilisation du bloc opératoire, en heures‡	% qui nécessitent un séjour à l'hôpital	% qui nécessitent un séjour aux soins intensifs	Durée de séjour à l'hôpital, en jours‡	Durée de séjour aux soins intensifs, en jours‡	Nbre de salles d'opération
Source(s)	SITA, CORC, TOTAL	BDCP/SNISA	BDCP	BDCP	BDCP	BDCP	POESC
Type d'interventions§							
Oncologiques, P2–P3	1537 (486–3427)	2,0 (1,2–3,5)	54	10	3,0 (1,0–5,3)	1,8 (1,0–3,3)	818
Oncologiques, P4	3615 (2440–4869)	1,5 (0,8–3,0)	50	5	2,0 (1,0–4,0)	1,6 (0,9–3,0)	818
Vasculaires, P2–P3	940 (430–1635)	2,1 (1,3–3,2)	63	18	3,0 (1,0–7,0)	1,8 (1,0–3,8)	463
Vasculaires, P4	935 (412–1516)	1,7 (1,2–2,8)	42	13	2,3 (1,0–5,0)	1,3 (1,0–3,0)	463
Greffes	243 (22–577)	4,9 (3,8–7,9)	100	65	7,0 (6,0–11,5)	3,0 (1,3–6,5)	126
Cardiaques, pontage aortocoronarien	295 (150–440)	4,3 (3,7–5,2)	100	99	4,1 (3,1–6,0)	1,2 (1,0–2,2)	131
Cardiaques, opérations aux valvules	175 (89–261)	4,7 (3,9–5,8)	100	99	4,3 (3,1–6,2)	1,5 (1,0–3,0)	131
Autres, P2–P3	20 400 (15 752–25 098)	1,1 (0,6–1,7)	27	2	2,0 (1,0–3,0)	1,9 (1,0–4,6)	842
Autres, P4	107 873 (95 994–119 917)	0,8 (0,3–1,5)	21	1	2,0 (1,0–2,0)	1,1 (0,9–2,7)	842
Pédiatriques, P2–P3	3151 (1431–5729)	1,2 (0,7–1,8)	19	5	2,0 (1,0–4,5)	2,1 (1,0–11,6)	623
Pédiatriques, P2–P4	9200 (7301–11 122)	0,8 (0,5–1,3)	14	1	1,0 (1,0–2,0)	1,0 (0,8–2,0)	623

Remarque : BDCP = Base de données sur les congés des patients, CORC = registre des interventions cardiaques (Cardiac Registry) de CorHealth Ontario, EI = écart interquartile, P2–P4 = niveau de priorité 2 à 4, POESC = Programme d'objectifs en matière d'efficacité des soins chirurgicaux, SITA = Système d'information sur les temps d'attente, SNISA = Système national d'information sur les soins ambulatoires, TOTAL = système d'allocation des organes et des tissus (Organ and Tissue Allocation System) du Réseau Trillium pour le don de vie.

*La répartition par régions figure à l'annexe 1. Le pourcentage de salles disponibles a été considéré comme suivant une distribution normale autour d'une moyenne de 50 %, avec un écart-type de 10 %. La distribution du délai de roulement par régions a été obtenue auprès du POESC, et les données commençaient en juin 2020. Le délai de roulement provincial médian pour l'ensemble des types d'interventions était de 22 minutes (EI : 12–33).

†Les estimations de l'ampleur du retard sont présentées sous la forme suivante : médiane (intervalle de prévision à 95 %).

‡Le temps d'utilisation du bloc opératoire, la durée de séjour à l'hôpital et la durée de séjour aux soins intensifs sont tirés de données de 2019 et sont présentés sous la forme suivante : médiane (EI).

§Le taux d'attrition provincial en 2019 était disponible pour les interventions oncologiques P2–P3 (0,1 %) et P4 (0,2 %), les interventions vasculaires P2–P4 (0,3 %) et les greffes (6,1 %).

d'utiliser des données produites quelques mois après le début de la pandémie, car à ce moment, le personnel chirurgical s'était probablement habitué aux nouveaux protocoles obligatoires concernant l'EPI, sans compter que ces données seraient plus représentatives du délai de roulement pendant la reprise accélérée. Nous avons arrondi la cadence sur 8 heures à la baisse, afin d'obtenir le nombre d'opérations terminées par jour. Puis, pour optimiser la journée de 8 heures, nous avons ajouté un patient par jour par salle chaque fois qu'il restait plus de 1,5 heure (sauf pour les greffes).

Nous avons déterminé le nombre de salles d'opération en nous basant sur le nombre de salles où on effectuait chaque type d'intervention en 2019. Pour intégrer la variation dans l'accroissement de l'activité, nous avons supposé une distribution normale du pourcentage de salles disponibles, soit une moyenne de 50 % et un écart-type de 10 %. Par exemple, si un hôpital disposait de 4 salles pour une journée normale et que le pourcentage de disponibilité était de 50 %, nous avons présumé qu'il y aurait 2 salles disponibles par jour pour la période d'appoint.

Nous avons ensuite calculé le temps de rattrapage par régions, tous types d'interventions confondus, en combinant les estimations de retard, la cadence des salles et le nombre de salles disponibles. Nous n'avons pas tenu compte du niveau de priorité accordé à chaque patient : nous avons plutôt traité les différents types d'interventions en séries, comme si les hôpitaux n'allouaient le temps supplémentaire qu'à un seul type à la fois. Même si ce n'est probablement pas la façon dont les hôpitaux ont procédé, cette méthode de modélisation simplifiée est valide pour le premier objectif de l'étude, qui était d'estimer le temps de rattrapage total. Ce temps, pour la province, correspond à la moyenne pondérée selon le volume du temps de rattrapage de chaque région. Aux fins de comparaison, nous avons aussi calculé le temps nécessaire pour reprendre seulement les opérations à court délai, en supposant qu'elles étaient prioritaires par rapport aux interventions planifiées et que le temps supplémentaire leur serait exclusivement réservé.

Projection des ressources nécessaires pour reprendre le retard

Les principales ressources nécessaires pour reprendre le temps perdu sont le temps total d'utilisation du bloc opératoire (selon la disponibilité), le nombre de lits d'hôpital et le nombre de lits de soins intensifs. Nous avons estimé le temps d'utilisation du bloc opératoire par semaine en combinant la cadence des salles avec la distribution de la durée d'intervention par types d'interventions et par régions pour 2019. Nous avons aussi estimé le nombre de lits d'hôpital et le nombre de lits de soins intensifs requis, également par types d'interventions et par régions, à partir de la cadence, de la proportion des interventions qui nécessitent un séjour à l'hôpital ou aux soins intensifs et de la distribution de la durée de séjour associée. Nous avons fait les estimations provinciales en pondérant la moyenne selon le volume pour toutes les régions. Nous avons supposé qu'en cas de greffe d'organe provenant d'un donneur vivant, le donneur et le receveur occuperaient chacun un lit d'hôpital. Nous n'avons pas appliqué de plafond aux besoins hebdomadaires en lits d'hôpital et de soins intensifs. Les besoins servent à évaluer, avec les rapports sur la capacité (en lits) des régions, le caractère réaliste du scénario avec capacité d'appoint.

Analyse statistique

Nous avons établi le nombre d'interventions attendu à l'aide de modèles de séries chronologiques, par régions et par types d'interventions. Nous avons entraîné les modèles avec les données hebdomadaires issues de la période de janvier 2017 à octobre 2019, puis les avons validés avec les données allant d'octobre 2019 au 8 mars 2020. Nous avons établi nos prévisions de plusieurs manières : à partir des valeurs de la même période de l'année précédente (méthode naïve), pour les volumes hebdomadaires réels inférieurs à 50; par décomposition saisonnière et en tendances des séries, au moyen d'une régression locale (LOESS); par régression harmonique dynamique avec des fonctions trigonométriques rendant compte de la saisonnalité; et à l'aide de modèles d'espace d'états TBATS¹³⁻¹⁶. Pour les greffes d'organe provenant d'un patient décédé ou vivant, nous avons supposé qu'il y aurait assez de donneurs pour reprendre le retard. De plus, nous avons, pour chaque catégorie d'interventions (sauf cardiaques), sélectionné le modèle qui s'est montré le plus efficace à la validation (le plus petit écart-type)¹⁵. Nous avons utilisé une méthode comparable pour estimer le nombre d'interventions cardiaques attendu à partir des tendances dégagées du registre de CorHealth Ontario¹⁷. Finalement, afin de prendre en compte la variabilité et l'incertitude des données utilisées, nous avons effectué une analyse de sensibilité probabiliste à partir de 1000 essais, et calculé la moyenne et les intervalles de confiance (IC) à 95 % pour chaque résultat. De plus amples renseignements (sur les méthodes de prévision et la sélection des modèles) sont donnés à l'annexe 1.

Approbation éthique

Santé Ontario (Action Cancer Ontario) est une « entité prescrite » visée par le paragraphe 45 (1) de la *Loi de 2004 sur la protection des renseignements personnels sur la santé*. De ce fait, elle est autorisée à recueillir des renseignements personnels sur la santé auprès de dépositaires de renseignements sur la santé sans le consentement du patient, et à utiliser ces renseignements à des fins d'analyse ou de compilation de renseignements statistiques à l'égard de la gestion, de l'évaluation, de la surveillance ou de la planification de tout ou partie du système de santé ou de l'affectation de ressources à tout ou partie de celui-ci, y compris la prestation de services. Le Réseau Trillium pour le don de vie est régi par la *Loi sur le Réseau Trillium pour le don de vie* (1990), qui mentionne, à l'article 8.8, que le Réseau a entre autres pour mission de recueillir, d'analyser et de publier des renseignements sur le don et l'utilisation de tissus. Les données du registre des interventions cardiaques utilisées dans notre étude proviennent d'hôpitaux participants et ont été obtenues par l'intermédiaire de CorHealth Ontario. Cet organisme, organe consultatif du ministère de la Santé de l'Ontario, est financé par le Ministère et se consacre à l'amélioration de la qualité, de l'efficacité, de l'accès et de l'équité dans le continuum de services offerts aux adultes victimes de problèmes cardiovasculaires, vasculaires et d'AVC en Ontario, au Canada. Comme notre étude respecte la réglementation en matière de protection des renseignements personnels, elle n'a pas eu à faire l'objet d'une évaluation éthique.

Résultats

En avril 2020, il y a eu, comparativement à avril 2019, 38 % moins d'interventions oncologiques, 42 % moins d'interventions cardiaques, 73 % moins d'interventions vasculaires, 81 % moins de greffes, 94 % moins d'interventions pédiatriques et 96 % moins

d'interventions autres dans une population adulte (figure 2). Entre le 15 mars et le 13 juin 2020, le retard en chirurgie à l'échelle de l'Ontario s'est accru de 148 364 opérations (intervalle de prévision à 95 % 124 508–174 589). Les prévisions hebdomadaires basées sur les séries chronologiques sont présentées à la figure 3. La figure 4 illustre le retard provincial moyen accumulé

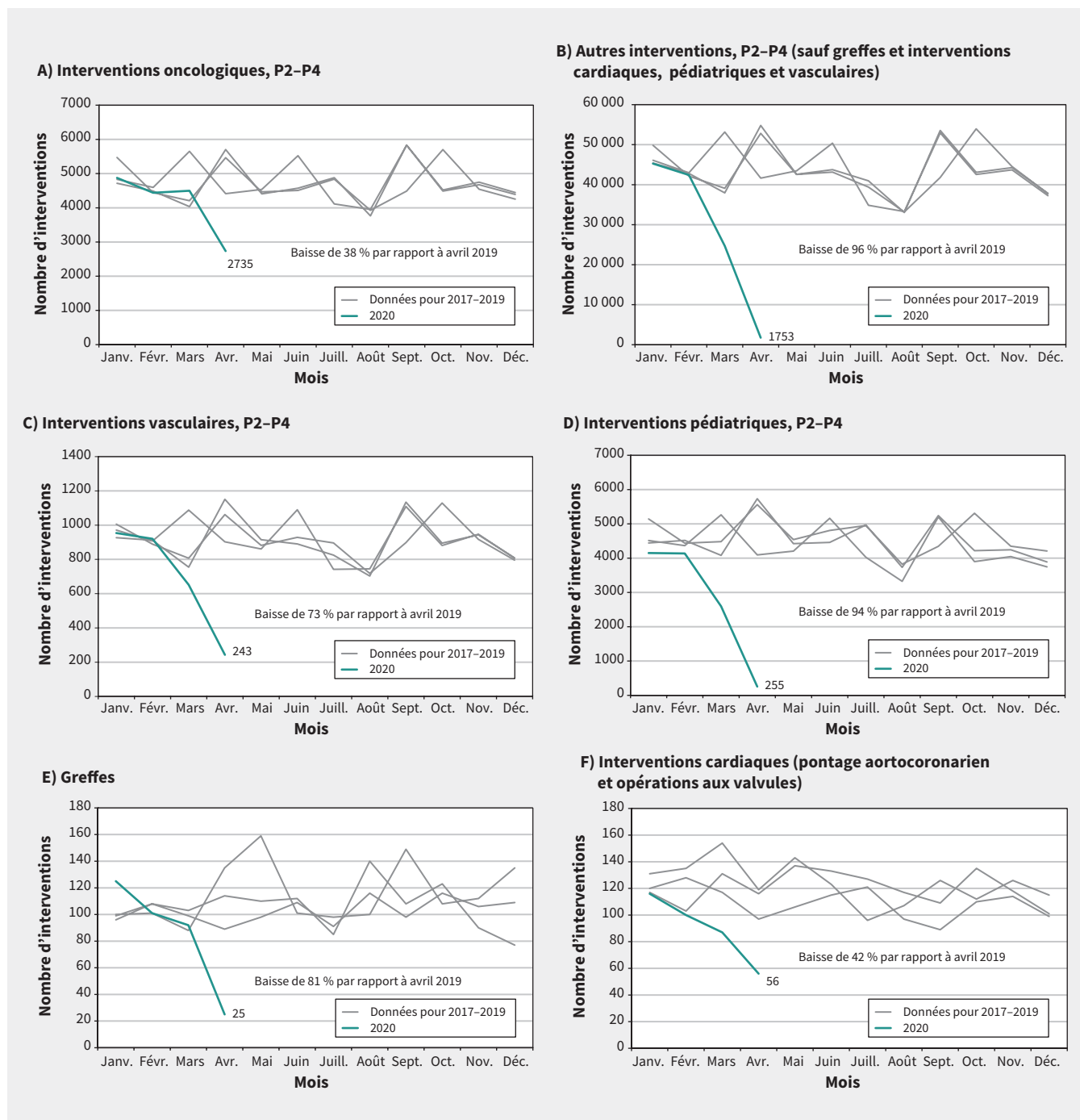
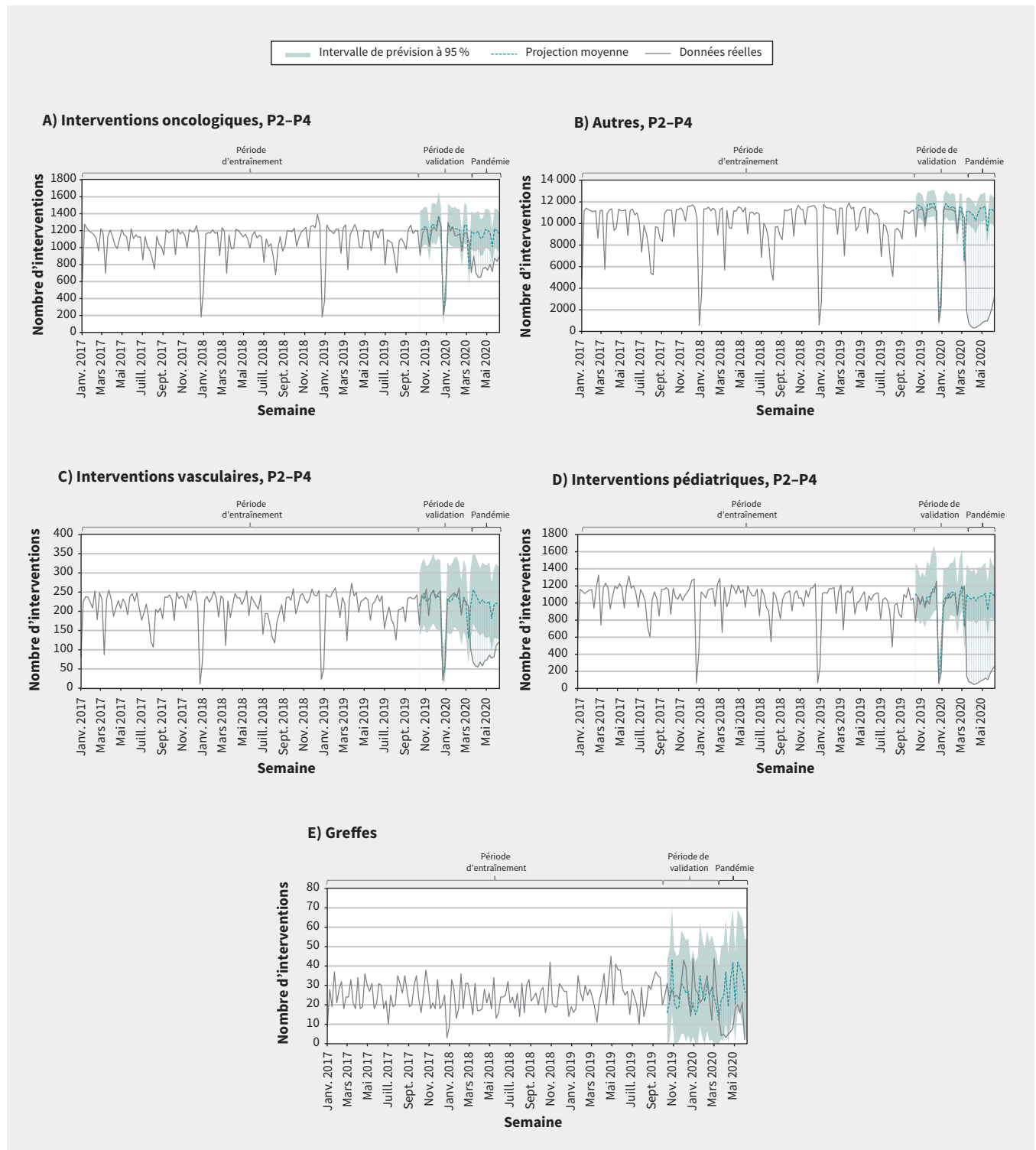


Figure 2 : Tendances mensuelles du volume chirurgical en Ontario, de 2017 à 2020 (jusqu'à avril 2020 inclusivement), entre autres pour les interventions oncologiques, vasculaires et cardiaques, les greffes et les autres catégories d'interventions. Date : 20 mai 2020. Sources des données : Système d'information sur les temps d'attente, Santé Ontario (Action Cancer Ontario); système d'allocation des organes et des tissus (Organ and Tissue Allocation System), Santé Ontario — Réseau Trillium pour le don de vie; registre des interventions cardiaques (Cardiac Registry) de CorHealth Ontario. Remarque : Les données sont pour les années civiles 2017 à 2020, jusqu'au mois d'avril 2020 inclusivement; la mention « P2-P4 » réfère aux niveaux de priorité 2 à 4. Les traits gris représentent les tendances mensuelles de volume pour 2017 à 2019, tandis que les traits bleus représentent les tendances pour les mois de janvier à avril 2020.

chaque semaine, et indique une augmentation hebdomadaire de 11 413 interventions en moyenne.

Le délai de roulement provincial médian pour l'ensemble des types d'interventions était de 21 minutes (écart interquartile

[EI] 11–32) pour la période de mars à juin 2020, une augmentation de 31 % par rapport à la période de mars à juin 2019 ($p = 0,3$; test de la médiane de Mood). Mensuellement, il se chiffrait à 29 minutes (EI 18–41) en avril, à 25 minutes (EI 15–37) en mai, et



à 22 minutes (EI 12–33) en juin. La cadence des salles d’opération de la province pendant la période de reprise correspondait à 717 patients par semaine (IC à 95 % 326–1368). Tous types d’interventions confondus, il faudra environ 84 semaines (IC à 95 % 46–145) pour reprendre le retard accumulé. Pour les opérations à court délai uniquement, le rattrapage prendrait environ 14 semaines (IC à 95 % 8–23), et ce, à condition que toutes les ressources supplémentaires leur soient réservées.

En moyenne, à l’échelle provinciale, il faudrait 719 heures passées au bloc opératoire (IC à 95 % 431–1038), 265 lits d’hôpital (IC à 95 % 87–678) et 9 lits de soins intensifs (IC à 95 % 4–20) par semaine pour reprendre le retard dans tous les types d’interventions. La quantification des besoins hebdomadaires en ressources permet aux hôpitaux d’opter pour un scénario avec capacité d’appoint soutenable en fonction des ressources dont ils disposent localement. Les estimations de l’ampleur du retard par types d’interventions, du temps de rattrapage et des ressources requises, pour l’Ontario et pour chaque région, sont consignées au tableau 2. Les résultats provinciaux de l’analyse de sensibilité probabiliste, qui montrent la variabilité des résultats de modélisation, sont synthétisés à la figure 5.

Interprétation

Nos analyses quantifient les répercussions de la COVID-19 sur le domaine de la chirurgie en Ontario. La grandeur des intervalles de confiance (11 mois–2,8 ans) des temps de rattrapage estimés témoigne de l’incertitude et de la variabilité inhérentes à

l’analyse. Le temps requis dépend de la vitesse de reprise et de la capacité d’appoint, le cas échéant. Les résultats reflètent la reprise graduelle des activités chirurgicales à partir du 26 mai 2020, quand le ministère de la Santé a annoncé la reprise des interventions non urgentes, jusqu’au 13 juin 2020, fin de la période à l’étude. Cependant, sans augmentation des ressources suivant celle de la capacité, les nouveaux cas ne viendront que gonfler le retard accumulé.

Le cadre qui nous a servi à modéliser le retard peut être adapté ailleurs, avec des données locales, pour faciliter la planification de la reprise. En effet, nous avons créé un outil Excel déterministe, qui utilise les données moyennes, pour aider les partenaires des régions à faire des plans de reprise en chirurgie (voir l’outil au <https://github.com/wangjona/surgicalbacklog>). Tel que recommandé par Santé Ontario, les hôpitaux doivent être en mesure de réserver au moins 10 % de leurs lits de soins aigus dans les 48 heures, avoir un minimum de 15 jours de stocks d’EPI en réserve sur place, et pouvoir compter sur 30 jours de stocks dans la région ou la sous-région¹⁸. Pour évaluer la capacité des hôpitaux à remplir ces critères, les gestionnaires peuvent appliquer les volumes chirurgicaux anticipés à notre outil.

Limites de l’étude

Notre analyse n’intègre pas de possibles futures vagues de COVID-19 en Ontario. Le décalage de la reprise ou la réduction du nombre d’opérations chirurgicales non urgentes qui suivraient une éventuelle vague feraient en sorte que le retard continuerait de s’accroître, causant une augmentation du temps et des ressources nécessaires pour y remédier.

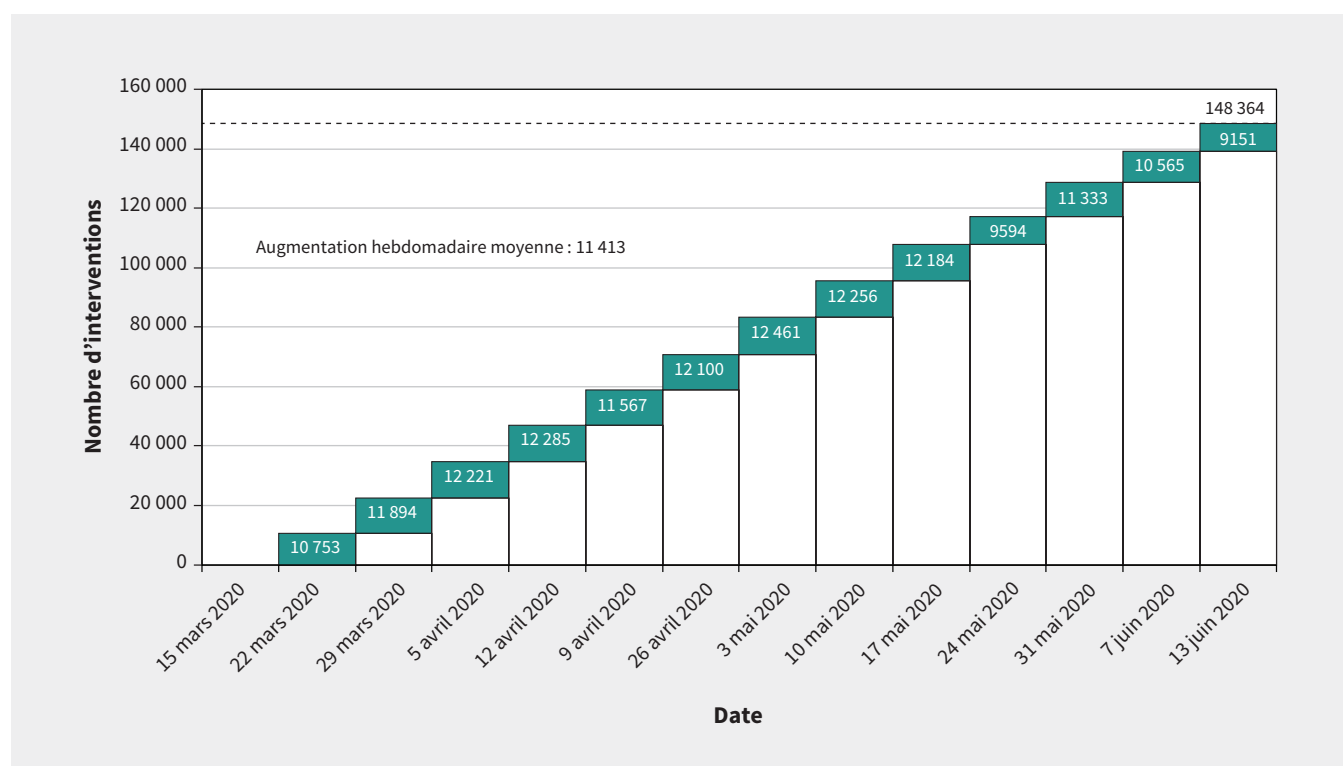


Figure 4 : Augmentation du retard moyen à l’échelle de l’Ontario, d’une semaine à l’autre et tous types d’interventions confondus, pour la période du 15 mars au 13 juin 2020. Le retard total moyen est de 148 364 interventions.

Nous avons prédit le temps de rattrapage à partir de séries, avec la distribution du temps d'utilisation du bloc opératoire. Cependant, en combinant des interventions de différentes catégories dans une même salle (p. ex., supposer que des interventions oncologiques et vasculaires sont effectuées dans la même salle, le même jour) avec des temps au bloc opératoire aléatoires, nous aurions pu obtenir des estimations de temps et de quantités de ressources plus basses. La prochaine étape serait d'approfondir la recherche pour trouver la meilleure façon, en contexte de reprise postpandémie, d'améliorer l'utilisation des salles d'opération par la sélection des cas prioritaires.

Notre méthode de modélisation suppose la disponibilité des ressources humaines en santé, des lits, des médicaments et de l'EPI. Or, la pandémie a largement perturbé le travail des professionnels de la santé dans de nombreux pays et régions, dont l'Ontario : le personnel des blocs opératoires a été réaffecté dans d'autres services de l'établissement et se trouve à risque de fatigue professionnelle¹⁹⁻²⁵. Les régions doivent aussi composer avec une diminution des lits d'hôpital causée par le transfert de résidents d'établissements de soins de longue durée et la réduction du nombre de lits par chambre imposée par les protocoles d'éloignement physique²⁶. Dans ces circonstances, il peut être difficile d'avoir suffisamment d'effectifs et de lits pour soutenir la

Tableau 2 : Résultats provinciaux et régionaux de l'analyse de sensibilité probabiliste pour l'ampleur du retard et le temps et les ressources nécessaires pour y remédier

Type d'interventions (résultats)	Région sanitaire					
	Ontario*	Ouest	Centre	Toronto	Est	Nord
Ampleur estimée du retard, par types d'interventions†						
Oncologiques, P2-P3	1537 (486-3427)	206 (75-552)	308 (130-588)	488 (126-1265)	376 (106-714)	159 (49-308)
Oncologiques, P4	3615 (2440-4869)	927 (597-1259)	700 (450-952)	986 (698-1298)	911 (675-1148)	91 (19-212)
Vasculaires, P2-P3	940 (430-1635)	202 (60-408)	296 (154-502)	97 (31-176)	284 (166-405)	61 (20-145)
Vasculaires, P4	935 (412-1516)	369 (160-587)	314 (179-451)	128 (54-209)	111 (18-223)	13 (1-46)
Greffes	243 (22-577)	48 (4-113)	S.O.	124 (11-293)	72 (7-170)	S.O.
Cardiaques, pontage aortocoronarien	295 (150-440)	77 (39-115)	71 (36-106)	86 (44-128)	37 (19-55)	23 (12-35)
Cardiaques, opérations aux valvules	175 (89-261)	29 (15-43)	64 (33-95)	51 (26-76)	20 (10-30)	12 (6-17)
Autres, P2-P3	20 400 (15 752-25 098)	5361 (3418-7305)	5858 (5082-6633)	2098 (1458-2737)	5671 (4779-6613)	1412 (1013-1811)
Autres, P4	107 873 (95 994-119 917)	34 660 (31 117-38 203)	26 560 (23 580-29 705)	13 102 (11 674-14 530)	26 702 (24 097-29 307)	6849 (5526-8171)
Pédiatriques, P2-P3	3151 (1431-5729)	858 (179-1537)	561 (401-750)	624 (379-870)	869 (431-2123)	239 (42-449)
Pédiatriques, P2-P4	9200 (7301-11 122)	3004 (2479-3501)	2513 (2128-2899)	1311 (1003-1618)	1831 (1375-2339)	540 (317-764)
Total	148 364 (124 508-174 589)	45 742 (38 143-53 624)	37 245 (32 173-42 680)	19 093 (15 504-23 199)	36 885 (31 683-43 127)	9399 (7005-11 959)
Temps de rattrapage estimé‡						
Cadence des salles, ou nombre de patients par semaine	717 (326-1367)	933 (328-2532)	809 (264-2250)	278 (108-642)	710 (240-1736)	278 (92-669)
Temps de rattrapage, en semaines	84 (46-145)	79 (31-159)	74 (26-156)	120 (58-231)	87 (34-180)	53 (20-117)
Quantité de ressources nécessaires estimée, par semaine‡						
Temps d'utilisation du bloc opératoire, en heures	719 (431-1038)	926 (552-1344)	735 (433-1057)	452 (260-658)	705 (420-1022)	271 (163-388)
Nombre de lits d'hôpital	265 (87-678)	352 (58-1483)	295 (48-1142)	99 (22-305)	258 (44-935)	110 (15-392)
Nombre de lits de soins intensifs	9 (4-20)	14 (3-44)	5 (1-17)	9 (2-27)	7 (2-20)	3 (1-10)

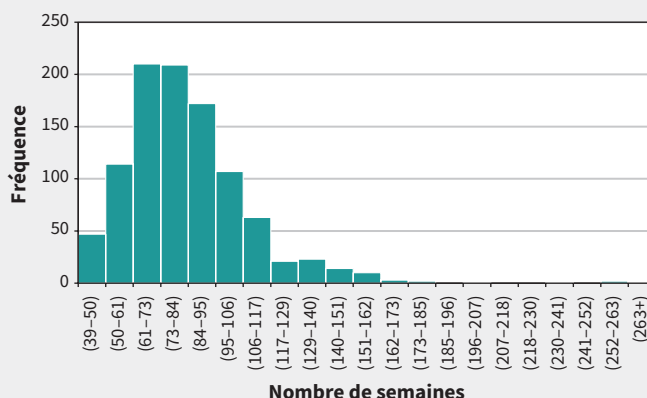
Remarque : P2-P4 = niveaux de priorité 2 à 4, S.O. = aucune intervention de ce type n'est pratiquée dans la région.

*Le temps et les ressources nécessaires pour reprendre le retard en Ontario correspondent à la moyenne pondérée selon le volume des résultats de chaque région.

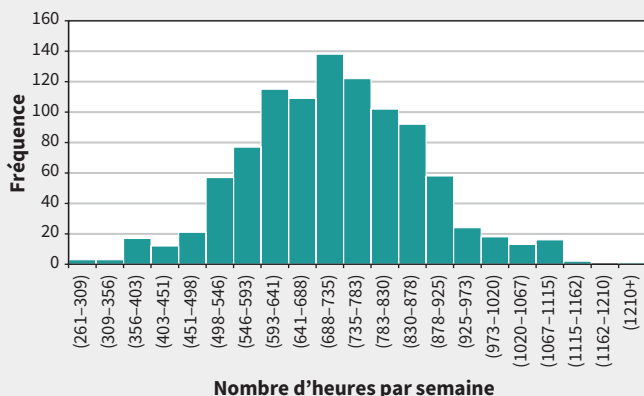
†Les estimations de l'ampleur du retard sont présentées sous forme : médiane (intervalle de prévision à 95%).

‡Les résultats sont présentés sous la forme suivante : moyenne (intervalle de confiance à 95%).

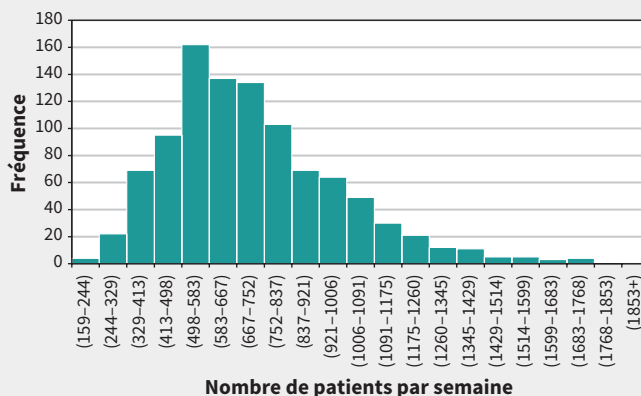
A) Temps de rattrapage du retard (semaines) — Ontario
Moyenne : 84 (IC à 95 % 46–145)



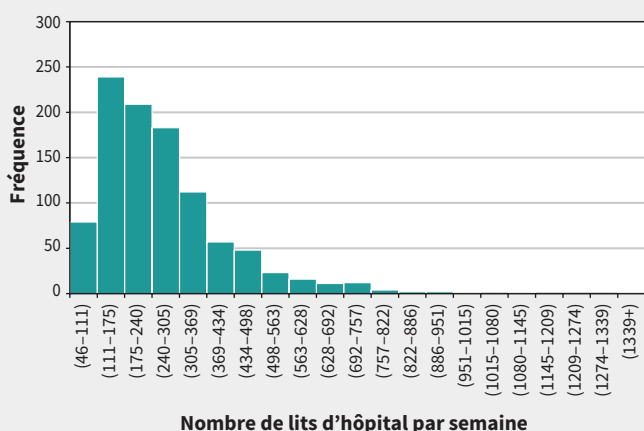
B) Temps d'utilisation du bloc opératoire par semaine (heures) — Ontario
Moyenne : 719 (IC à 95 % 431–1038)



C) Nombre de patients par semaine — Ontario
Moyenne : 717 (IC à 95 % 326–1367)



D) Nombre de lits d'hôpital par semaine — Ontario
Moyenne : 265 (IC à 95 % 87–678)



E) Nombre de lits de soins intensifs par semaine — Ontario
Moyenne : 9 (IC à 95 % 4–20)

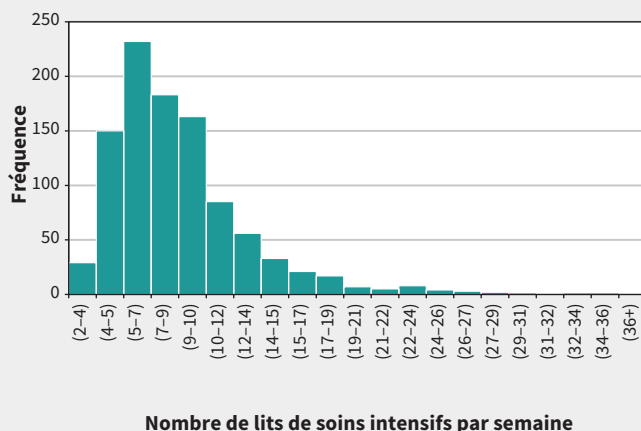


Figure 5 : Résultats provinciaux de l'analyse de sensibilité probabiliste pour A) le temps de rattrapage du retard, B) le temps d'utilisation du bloc opératoire par semaine, C) le nombre de patients par semaine, D) le nombre de lits d'hôpital par semaine, et E) le nombre de lits de soins intensifs par semaine. L'analyse a été faite 1000 fois, donc la somme des fréquences donne 1000. Remarque : IC = intervalle de confiance.

reprise¹⁹. Parallèlement, les pénuries de médicaments et d'EPI dues à des perturbations dans la chaîne d'approvisionnement constituent un autre obstacle à la remise en marche du milieu chirurgical^{27,28}. Les chaînes d'approvisionnement de la province doivent être fiables pour garantir la livraison de médicaments et d'EPI en quantités suffisantes. Il serait avantageux de modéliser l'offre et la demande en matière de ressources humaines en santé, de lits, de médicaments essentiels et d'EPI.

Enfin, nous avons utilisé des données antérieures pour déterminer les volumes chirurgicaux attendus et estimer les tendances dans l'utilisation des ressources. Ces volumes sont donc basés sur des habitudes passées, qui pourraient être différentes en phase de reprise postpandémie. Nous aurions besoin de plus de données pour prédire la demande en chirurgie durant la reprise et la possible phase de réduction des interventions advenant d'autres vagues de COVID-19. De plus, nous avons présumé que toutes les interventions du volume attendu étaient cliniquement indiquées, alors que ce n'est probablement pas toujours le cas²⁹. En ce qui concerne les tendances dans l'utilisation des ressources, il faut préciser qu'en raison d'une progression de la maladie, par exemple du cancer ou d'une affection cardiaque, les patients qui attendent plus longtemps avant d'être traités pourraient nécessiter plus de ressources que ceux traités avant la pandémie, voire ne plus être admissibles à l'opération. Et les patients en attente d'une greffe pourraient rater des occasions de don d'organe. Pour toutes ces raisons, notre analyse doit être employée avec d'autres outils, comme des cadres éthiques et des guides d'établissement des priorités cliniques³⁰. En l'absence d'une hausse substantielle des ressources, il sera essentiel d'opérer en priorité les patients qui ont les plus grandes chances de survie et qui auront la meilleure qualité de vie.

Conclusion

Nous avons présenté une méthode de modélisation du retard en chirurgie accumulé en Ontario et dans ses régions en raison de la COVID-19 ainsi que d'estimation du temps et des ressources nécessaires pour y remédier. Nos travaux montrent l'amplitude inédite des contrecoups de la COVID-19 dans le domaine de la chirurgie en Ontario. Le cadre qui nous a servi à modéliser le retard peut être adapté ailleurs, avec des données locales, pour faciliter la planification de la reprise. Pour limiter efficacement les répercussions qui touchent plus de 140 000 patients, le système de santé et les dirigeants du milieu chirurgical ne peuvent pas revenir à la normale : ils doivent plutôt faire appel à des solutions de niveau systémique novatrices qui assureront la prestation de soins dans de courts délais et qui les prépareront à d'éventuelles vagues de COVID-19³¹⁻³³.

Références

- WHO timeline — COVID-19. Geneva: World Health Organization; updated 2020 July 30. Accessible ici : www.who.int/news-room/detail/27-04-2020-who-timeline-covid-19 (consulté le 14 juin 2020).
- Rosenbaum L. The untold toll – the pandemic's effects on patients without COVID-19. *N Engl J Med* 2020;382:2368-71.
- COVIDSurg Collaborative. Elective surgery cancellations due to the COVID-19 pandemic: global predictive modelling to inform surgical recovery plans. *Br J Surg* 2020 May 12 [Cyberpublication avant impression]. doi : 10.1002/bjs.11746.
- Jain A, Jain P, Aggarwal S. SARS-CoV-2 impact on elective orthopaedic surgery: implications for post-pandemic recovery. *J Bone Joint Surg Am* 2020 May 12 [Cyberpublication avant impression]. doi : 10.2106/JBJS.20.00602.
- Ramping down elective surgeries and other non-emergent activities [mémoire à Santé Ontario et les hôpitaux]. Toronto: Ministry of Health and Long-Term Care; 2020 Mar. 15. Accessible ici : www.health.gov.on.ca/en/pro/programs/publichealth/coronavirus/docs/memos/DM_OH_CMOH_memo_COVID19_elective_surgery_March_15_2020.pdf (consulté le 24 août 2020).
- COVID-19 directive #2 for health care providers (regulated health professionals or persons who operate a group practice of regulated health professionals), issued under Section 77.7 of the *Health Protection and Promotion Act* (HPPA), R.S.O. 1990, c. H.7. Toronto: Ministry of Health and Long-Term Care; 2020. Accessible ici : www.health.gov.on.ca/en/pro/programs/publichealth/coronavirus/docs/directives/RHPA_professionals.pdf (consulté le 24 août 2020).
- Measuring wait times for other surgeries and procedures. Toronto: Health Quality Ontario. Accessible ici : www.hqontario.ca/System-Performance/Measuring-System-Performance/Measuring-Wait-Times-for-Other-Surgeries-and-Procedures (consulté le 11 juin 2020).
- Ontario taking next steps to integrate health care system: changes will protect uninterrupted access to patient care [communiqué de presse]. Toronto: Ministry of Health and Long-Term Care; 2019 Nov. 13. Accessible ici : <https://news.ontario.ca/mohltc/en/2019/11/ontario-taking-next-steps-to-integrate-health-care-system.html> (consulté le 14 juin 2020).
- Population estimates, quarterly [Table: 17-10-0009-01 (formerly CANSIM 051-0005)]. Ottawa: Statistics Canada; 2020. Accessible ici : <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=1710000901> (consulté le 17 juin 2020).
- Cancer Care Ontario's data book - 2020-2021. Toronto : Santé Ontario (Action cancer Ontario); 2019. Accessible ici : ext.cancercare.on.ca/ext/databook/db2021/databook.htm (consulté le 24 août 2020).
- Little JDC. A proof for the queuing formula: $L = \lambda W$. *Oper Res* 1961;9:383-7. doi : 10.1287/opre.9.3.383.
- Coccolini F, Perrone G, Chiarugi M, et al. Surgery in COVID-19 patients: operational directives. *World J Emerg Surg* 2020;15:25.
- Hyndman R, Athanasopoulos G, Bergmeir C, et al. Forecast: forecasting functions for time series and linear models. R package 8.13. 2020. Accessible ici : pkg.robjhyndman.com/forecast/ (consulté le 17 juin 2020).
- de Livera AM, Hyndman RJ, Snyder RD. Forecasting time series with complex seasonal patterns using exponential smoothing. *J Am Stat Assoc* 2011;106:1513-27. doi : 10.1198/jasa.2011.tm09771.
- Hyndman RJ, Athanasopoulos G. Forecasting: principles and practice. Melbourne (Australie) : OTexts. 2018. Accessible ici : otexts.com/fpp2/ (consulté le 22 juin 2020).
- Cleveland RB, Cleveland WS, McRae JE, et al. STL: a seasonal-trend decomposition procedure based on loess. *J Off Stat* 1990;6:3-73. Accessible ici : www.nniim.ru/file/news/2016/stl-statistical-model.pdf (consulté le 24 août 2020).
- Tam DY, Naimark D, Natarajan MK, et al. The use of decision modelling to inform timely policy decisions on cardiac resource capacity during the COVID-19 pandemic. *Can J Cardiol* 2020;36:1308-12.
- A measured approach to planning for surgeries and procedures during the COVID-19 pandemic. Toronto: Ontario Health; updated 2020 June 15. Accessible ici : www.ontariohealth.ca/sites/ontariohealth/files/2020-06/A_Measured_Approach_to_Planning_for_Surgeries_and_Procedures_During_the_COVID-19_Pandemic.pdf (consulté le 24 août 2020).
- Shoukat A, Wells CR, Langley JM, et al. Projection de la demande de lits de soins intensifs durant l'épidémie de COVID-19 au Canada. *CMAJ* 2020;192. Accessible ici : www.cmaj.ca/content/cmaj/suppl/2020/04/23/cmaj.200457.DC2/200457-res-fr.pdf.
- Kim T. Improving preparedness for and response to coronavirus disease 19 (COVID-19) in long-term care hospitals in Korea. *Infect Chemother* 2020;52:133-41.
- Chersich MF, Gray G, Fairlie L, et al. COVID-19 in Africa: care and protection for frontline healthcare workers. *Global Health* 2020;16:46.
- Carenzo L, Costantini E, Greco M, et al. Hospital surge capacity in a tertiary emergency referral centre during the COVID-19 outbreak in Italy. *Anaesthesia* 2020;75:928-34.
- Moghadas SM, Shoukat A, Fitzpatrick MC, et al. Projecting hospital utilization during the COVID-19 outbreaks in the United States. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2020;117:9122-6.
- Rubin R, Abbasi J, Voelker R. Latin America and its global partners toil to procure medical supplies as COVID-19 pushes the region to its limit. *JAMA* 2020 June 12. [Cyberpublication avant impression]. doi : 10.1001/jama.2020.11182.

25. Sasangohar F, Jones SL, Masud FN, et al. Provider burnout and fatigue during the COVID-19 pandemic: lessons learned from a high-volume intensive care unit. *Anesth Analg* 2020;131:106-11.
26. *Utilization of multi-bed ward rooms and inpatient placement in hospitals during COVID-19*. Toronto: Ontario Health; 2020. Accessible ici : www.ontariohealth.ca/sites/ontariohealth/files/2020-06/Utilization%20of%20Multi-Bed%20Ward%20Rooms%20and%20Inpatient%20Placement%20in%20Hospitals%20During%20COVID-19.pdf (consulté le 22 juin 2020).
27. Badreldin HA, Atallah B. Global drug shortages due to COVID-19: impact on patient care and mitigation strategies. *Res Soc Adm Pharm* 2020 May 19. [Cyberpublication avant impression]. doi : 10.1016/j.sapharm.2020.05.017.
28. Ranney ML, Griffith V, Jha AK. Critical supply shortages — the need for ventilators and personal protective equipment during the COVID-19 pandemic. *N Engl J Med* 2020;382:e41.
29. Cooper Z, Sayal P, Abbett SK, et al. A conceptual framework for appropriateness in surgical care: reviewing past approaches and looking ahead to patient-centered shared decision making. *Anesthesiology* 2015;123:1450-4.
30. ASCCP interim guidance for timing of diagnostic and treatment procedures for patients with abnormal cervical screening tests. Rockville (Maryland) : American Society for Colposcopy and Cervical Pathology (ASCCP); 2020. Accessible ici : www.asccp.org/covid-19 (consulté le 11 juin 2020).
31. Urbach DR, Martin D. Confronting the COVID-19 surgery crisis: time for transformational change. *CMAJ* 2020;192:E585-6.
32. Barron L, Kumar T. Surgical backlog must not be fixed at the expense of the healthcare system. *Healthy Debate.ca* 2020 August 4. Accessible ici : healthydebate.ca/opinions/surgical-backlog-expense (consulté le 5 août 2020).
33. Butler C. How surgical smoothing could help ease the medical backlog created by COVID-19. *CBC News* 2020 July 13. Accessible ici : www.cbc.ca/news/canada/london/elective-surgery-wait-times-covid-surgical-smoothing-1.5641819 (consulté le 5 août 2020).

Intérêts concurrents : Maria Eberg travaille maintenant pour IQVIA Canada, mais n'a contribué à l'étude que lorsqu'elle était à l'emploi de Santé Ontario (Action Cancer Ontario). Son apport à l'étude n'est aucunement lié à ses tâches chez IQVIA. Frances Wright est responsable des services pour le cancer de la peau et responsable de la qualité et du transfert des connaissances en oncologie chirurgicale pour Santé Ontario (Action Cancer Ontario). Le présent article est basé sur une partie des travaux menés chez Santé Ontario (Action Cancer Ontario). Jonathan Irish reçoit un salaire de Santé Ontario (Action Cancer Ontario) pour son rôle de responsable provincial du Programme d'oncologie chirurgicale. Aucun autre intérêt concurrent déclaré.

Cet article a été révisé par des pairs.

Affiliations : Santé Ontario (Action Cancer Ontario) (Wang, Vahid, Eberg, Milroy, Milkovich, Wright, Hunter, Zanchetta, Irish); Division de chirurgie générale (Wright), Centre des sciences de la santé Sunnybrook; Réseau Trillium pour le don de vie (Kalladeen); Schulich Heart Centre (Wijesundera), Centre des sciences de la santé Sunnybrook; Division de cardiologie (Wijesundera), Département de médecine et Département d'otorhinolaryngologie et de chirurgie cervico-faciale – Oncologie chirurgicale (Irish), Centre de cancérologie Princess-Margaret, Réseau universitaire de santé, Université de Toronto, Toronto (Ontario).

Collaborateurs : Jonathan Wang, Saba Vahid, Claudia Zanchetta et Jonathan Irish ont contribué à l'élaboration et à la conception de l'étude. Jonathan Wang, Saba Vahid, Maria

Eberg, Shannon Milroy, Ryan Kalladeen, Frances Wright, Amber Hunter, Claudia Zanchetta, Harindra Wijesundera et Jonathan Irish ont recueilli, analysé et interprété les données. Jonathan Wang, Saba Vahid et John Milkovich ont rédigé le manuscrit. Tous les auteurs ont révisé de façon critique le contenu intellectuel important du manuscrit; ils ont donné leur approbation finale pour la version destinée à être publiée et assument l'entière responsabilité de tous les aspects du travail.

Financement : L'étude a été financée par Santé Ontario (Action Cancer Ontario) et menée grâce à la contribution non financière de tous les auteurs. Le Fonds de la Chaire Sullivan en oncologie chirurgicale et la Fondation Princess Margaret contre le cancer ont couvert les frais de publication. Les opinions, résultats, points de vue et conclusions présentés n'engagent que les auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position de Santé Ontario (Action Cancer Ontario) ou du Réseau Trillium pour le don de vie. Aucun appui de la part de Santé Ontario (Action Cancer Ontario) ou du Réseau Trillium pour le don de vie n'est sous-entendu ni ne devrait être inféré.

Partage des données : Toute personne intéressée à obtenir aux fins de recherche les données agrégées utilisées dans les modèles de séries chronologiques pour estimer le volume chirurgical peuvent en faire la demande, tout de suite après la publication (sans date limite), en suivant le processus établi par Santé Ontario (Action Cancer Ontario) : <https://www.ccohealth.ca/fr/demande-de-donnees-pour-la-recherche>. Les données utilisées dans les modèles (temps

d'utilisation du bloc opératoire, délai de roulement, durée de séjour à l'hôpital et aux soins intensifs, pourcentage des interventions qui nécessitent un séjour à l'hôpital ou aux soins intensifs, nombre de salles d'opération) sont synthétisées à l'annexe 1.

Propriété intellectuelle du contenu : Il s'agit d'un article en libre accès distribué conformément aux modalités de la licence Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND 4.0), qui permet l'utilisation, la diffusion et la reproduction dans tout médium à la condition que la publication originale soit adéquatement citée, que l'utilisation se fasse à des fins non commerciales (c.-à-d., recherche ou éducation) et qu'aucune modification ni adaptation n'y soit apportée. Voir : <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Remerciements : Les auteurs reconnaissent qu'un projet de cette portée et de cette envergure n'aurait pas été possible sans l'aide et le travail acharné de nombreuses personnes. Ils remercient tous les vaillants membres de l'équipe d'analyse et de l'équipe du Programme des soins chirurgicaux d'Accès aux soins de Santé Ontario (Action Cancer Ontario) ainsi que de l'équipe de CorHealth Ontario responsable des politiques, de la planification et du rendement du système de santé, qui leur ont prêté main-forte dans l'extraction des données pertinentes pour l'étude.

Accepté : le 17 août 2020

Correspondance : Jonathan Irish, jonathan.irish@uhn.ca