

***Rapport de recherche***

**Rapport sur le modèle de mortalité  
canadienne C-19**

**Terry Narine, FICA, FSA**

**Juin 2021**

Document rp221055

*Ce document est disponible en français  
© 2021 Canadian Institute of Actuaries*

## Rapport sur le modèle de mortalité canadienne C-19

Terry Narine, FICA, FSA

### Introduction

Le modèle de mortalité canadienne C-19 a été créé dans Excel dans la foulée d'un appel à communications lancé par la Direction de la recherche de l'Institut canadien des actuaires (ICA), au printemps 2020. Cet appel portait sur l'étude de la COVID-19 et de ses implications actuarielles. Le présent rapport documente un modèle élaboré en réponse à cet appel.

Le modèle de mortalité canadienne C-19 a pour but d'aider les actuaires à modéliser la surmortalité découlant de la pandémie de COVID-19. Il s'agit d'un outil Excel convivial. Le présent rapport se veut un guide d'utilisation du modèle, lequel est disponible sur le site Web de *Voir au-delà du risque*, à la [section traitant de la COVID-19](#).

Ce rapport est l'œuvre de M. Terry Narine, FICA, FSA, qui tient à remercier les membres suivants du groupe chargé de la surveillance du projet pour l'examen du modèle et du rapport de recherche et pour les conseils qu'ils lui ont prodigués en cours de route :

Abdul Ibrahim

Garett Krus

Stella Ma

Salina Young

### Structure du modèle

Le modèle Excel comporte neuf feuilles : Sommaire, Instructions, Surmortalité, Données brutes, Taux de mortalité, Données en temps réel, Population, Données mondiales et Liens. Les trois sections qui suivent décrivent le flux du modèle et s'intitulent respectivement Onglets d'instructions, Onglet de calcul et Onglets de données. Chacune des onglets de ces trois sections fera l'objet d'une description distincte.

### Onglets d'instructions

Les onglets d'instructions s'intitulent Sommaire et Instructions.

#### *Sommaire*

Sommaire présente un sommaire du modèle et donne un aperçu du fonctionnement des autres feuilles du modèle. Il indique que l'outil a pour but de prendre en compte la surmortalité ultime découlant de la COVID-19. Vu que la pandémie frappe toujours, la totalité de son impact et les données factuelles qu'on pourra en tirer ultimement restent à connaître. La prudence est de mise dans l'utilisation du modèle et dans le choix de ses hypothèses.

Le modèle donne une estimation de la surmortalité au Canada, dans les provinces, les territoires, et les villes de Montréal, Toronto et Vancouver (reconnues comme étant des points chauds du virus). Ces lieux seront collectivement désignés sous le nom de « régions ». La surmortalité des assurés est indiquée par tranche de 100 000 personnes d'âge et de sexe pertinents ainsi qu'au total par âge pour la région choisie. L'utilisateur n'a qu'à sélectionner la région, le taux ultime de létalité de la population et le facteur de mortalité assurés/population (nous y reviendrons à la section suivante).

Ce qu'il faut retenir, c'est que la surmortalité produite par le modèle diffère d'un taux de mortalité. Les taux de mortalité s'appliquent sur une certaine période, qui est habituellement d'un an. La surmortalité produite par ce modèle désigne le total des décès prévus dus au virus, sur la durée de la pandémie. La prudence est de mise au moment de convertir cette surmortalité en un taux de mortalité annuel.

### *Instructions*

L'onglet Instructions fournit des consignes sur les données que l'utilisateur doit saisir dans l'onglet suivant, appelé Surmortalité. Voir la section suivante pour de plus amples détails sur les cellules de saisie du modèle. Cet onglet comporte également une mise en garde, qui invite les utilisateurs à faire preuve de prudence dans l'utilisation du modèle, car les effets de la pandémie ne sont pas encore tous connus. Le modèle utilise l'information actuellement disponible, qui pourrait changer à mesure que les effets du virus se développent. Le vieil adage voulant que tous les modèles soient faux et que leur qualité soit à la mesure de leurs hypothèses est ici valable.

### **Onglet de calcul**

L'onglet de calcul s'intitule Surmortalité et constitue la seule feuille à laquelle l'utilisateur doit accéder, à moins qu'il n'ait besoin de réviser les données.

### *Surmortalité*

L'onglet Surmortalité constitue la principale feuille. Les cellules C5 à C8, surlignées en jaune, sont les principales cellules de saisie du modèle :

**Tableau 1**

<b><i>Section de saisie</i></b>	
<b>Donnée d'entrée</b>	
Province, territoire ou ville	Québec
Taux de mortalité total final de la population	0,50000 %
Ajustement assurés/population chez les femmes	40,0 %
Ajustement assurés/population chez les hommes	40,0 %

La cellule C5 comporte un menu déroulant indiquant les régions ou le Canada en entier. L'utilisateur devra sélectionner la région pour laquelle il demande les décès bruts dus à la COVID-19. La cellule C6 permet à l'utilisateur de sélectionner le taux de mortalité total ultime de la population modélisée par rapport à celle infectée par le virus. Un avertissement apparaîtra si l'utilisateur saisit un taux de mortalité inférieur au taux historique actuel dans la région.

Les cellules C7 et C8 permettent de saisir le ratio des décès prévus des assurés par rapport à la population dans le cas des femmes et des hommes. Bien que cette information reste à connaître, des données donnent à penser que ce ratio se situe à près de 40 %. Les utilisateurs sont libres de choisir leurs propres hypothèses à cet égard.

À la droite des cellules de saisie se trouve un tableau contenant des statistiques pertinentes de la population choisie dans le menu déroulant (voir le tableau 2).

Il s'agit des décès, des taux de mortalité, des infections, de la population et des taux d'infection et de décès dans la province ou le territoire. Il comprend également les dernières données du nombre de décès et d'infections au Canada. Cette information est lue à partir des feuilles Taux de mortalité et Population. Il importe de se rappeler que l'information présentée dans le modèle date de la dernière mise à jour du modèle et qu'elle pourrait ne pas refléter l'environnement actuel.

**Tableau 2**

Statistiques	
Décès	7 056
Taux de mortalité	4,96 %
Infections	142 371
Population	8 574 571
Taux d'infection dans la province	1,6604 %
Taux de mortalité au Canada	3,1835 %
Décès au Canada	12 146
Infections au Canada	381 531

À la droite de ce tableau, à partir de la cellule K1, se trouve un tableau de statistiques mondiales :

**Tableau 3**

À l'échelle internationale	
Pays	Monde
Taux de mortalité	2,18 %
Infections	83 963 772
Décès COVID	1 827 540
Population	7 713 468 100

L'utilisateur peut choisir le pays (surligné en jaune ci-dessus) pour obtenir les infections et les taux de mortalité les plus récents, ou cliquer sur « Monde » pour obtenir les chiffres à l'échelle mondiale. Un modèle international plus détaillé est accessible sur le blog Voir au-delà du risque.

Sous le tableau de statistiques se trouve un tableau de calcul de la surmortalité brute par âge :

**Tableau 4**

Âge	Décès bruts C-19 projetés	Taux brut de mortalité C-19 selon la distribution des âges
67	126	0,02575 %
68	125	0,02575 %
69	124	0,02575 %
70	461	0,11598 %
...		

La colonne de gauche indique l'âge. La colonne de droite montre les taux de mortalité aux âges correspondants. Les taux de mortalité par âge sont lus à partir de la page Données brutes. La colonne du centre présente les décès bruts par âge causés par le virus, dans la région choisie. Pour obtenir les décès bruts par âge, on multiplie le taux de mortalité par âge par la population pertinente par âge (hommes et femmes) dans la province choisie. Les données de population sont tirées de l'onglet Population. Ensuite, on ajuste ce résultat en fonction du ratio du taux de mortalité régional à celui canadien afin d'obtenir un taux de mortalité approprié pour la région. Il est nécessaire d'ajuster les taux de mortalité par région afin que la surmortalité relative reflète la situation dans une province ou un territoire donné. Certaines provinces et certains territoires obtiennent de meilleurs résultats que d'autres en raison de l'existence de « bulles » et d'autres mesures publiques de confinement.

À gauche du tableau des décès bruts se trouve un tableau indiquant les décès bruts au total et répartis entre les hommes et les femmes par tranche de 100 000 personnes :

**Tableau 5**

Âge	Proportion de décès bruts C-19 chez les femmes assurées, par tranche de 100 000 personnes	Proportion de décès bruts C-19 chez les hommes assurés, par tranche de 100 000 personnes	Nombre estimatif total de décès bruts C-19 chez les personnes assurées, par tranche de 100 000 personnes
69	16	18	17
70	74	83	78
71	74	83	78
72	74	83	78
			...

### Onglets de données

Les onglets de données s'intitulent Données brutes, Taux de mortalité, Données en temps réel, Population, Données mondiales et Liens. Les utilisateurs devront habituellement réviser le contenu de l'onglet Population s'ils jugent nécessaire d'avoir la plus récente information disponible.

#### *Données brutes*

L'onglet Données brutes présente les taux d'infection et les taux de mortalité selon l'âge et le sexe. Il contient également des graphiques des taux d'infection et de létalité par âge. L'utilisateur n'a nul besoin de modifier quelque partie que ce soit de cette feuille, car celle-ci lit les données d'autres feuilles.

#### *Taux de mortalité*

L'onglet Taux de mortalité indique les infections, les décès et les taux de mortalité téléchargés les plus récents (division des décès par les infections) pour chacune des régions et pour le Canada en entier. L'utilisateur n'a pas à modifier l'information sur cette feuille, car celle-ci tire ses données de la feuille Données en temps réel.

### *Données en temps réel*

L'onglet Données en temps réel est semblable à l'onglet Taux de mortalité et indique les infections et les décès par région et pour le Canada en entier. Les utilisateurs sont libres de réviser cette information périodiquement à partir des données du site Web de Statistique Canada, au fur et à mesure que la pandémie progresse. Ce qui le distingue de l'onglet Taux de mortalité, c'est qu'il indique un taux de mortalité qui reflète le pourcentage de décès COVID-19 dans la population au lieu d'être exprimé en pourcentage des infections.

### *Population*

L'onglet Population fournit une grande partie des données clés de la feuille Surmortalité. À gauche de la feuille se trouve un dénombrement de Statistique Canada indiquant la distribution par âge de la population canadienne, au total et selon le sexe. Ces données sont tirées du Recensement de 2016 :

**Tableau 6**

Données extraites du Recensement de 2016 de Statistique Canada\*

Population canadienne			
Âge	Femme	Homme	Total
0	180 650	189 085	369 735
1	181 710	190 900	372 610
2	184 945	193 940	378 885
3	187 590	198 615	386 205
4	190 865	200 500	391 365
			...

À la droite de ce tableau se trouve une ventilation de la population totale par province :

**Tableau 7**

Population : provinces/territoires/villes	Estimation de la population au 1 <sup>er</sup> septembre 2020, selon Statistique Canada
Canada	38 005 238
Terre-Neuve	522 103
Île-du-Prince-Édouard	159 625
Nouveau-Brunswick	781 476
Nouvelle-Écosse	979 351
Québec	8 574 571
Ontario	14 734 014
Manitoba	1 379 263
Saskatchewan	1 178 681
Alberta	4 421 876
Colombie-Britannique	5 147 712
Nunavut	39 353
Yukon	42 052
Territoires du Nord-Ouest	45 161
Montréal	4 304 832
Toronto	6 494 674
Vancouver	2 728 191

À noter que le recensement de Statistique Canada a été réalisé en 2016. Or, les données précédentes montrent les données de la population en date de septembre 2020. On a donc procédé à un ajustement ou une majoration dans le tableau correspondant (voir le tableau 8 ci-après) pour tenir compte de la variation de la population depuis 2016.

À la droite des données de la population en date de septembre 2020 se trouve une colonne montrant un facteur régional d'ajustement.

**Le tableau 8**

Population : provinces/territoires/villes	Facteur provincial pour ajuster les chiffres aux données actuelles
Canada	100,0 %
Terre-Neuve	4,5 %
Île-du-Prince-Édouard	1,0 %
Nouveau-Brunswick	5,2 %
Nouvelle-Écosse	8,0 %
Québec	141,8 %
Ontario	83,3 %
Manitoba	114,9 %
Saskatchewan	89,3 %
Alberta	204,1 %
Colombie-Britannique	60,6 %
Nunavut	1,0 %
Yukon	17,9 %
Territoires du Nord-Ouest	1,0 %
Montréal	44,4 %
Toronto	153,8 %
Vancouver	116,3 %

Ces facteurs sont obtenus de la régression du modèle actuel sur les données actuelles. Autrement dit, dans l'onglet Surmortalité, si le taux de mortalité final total de la population dans la cellule C6 est égal au taux de mortalité régional actuel dans la cellule I3, la somme de tous les décès supplémentaires dans la colonne H correspondra approximativement au nombre total de décès COVID-19 indiqué dans la cellule I6. Les deux exceptions sont l'Île-du-Prince-Édouard et le Nunavut. Vu qu'au moment d'écrire ces lignes aucune des deux régions n'avait connu un seul décès COVID-19, on a appliqué par prudence un facteur de 1 % par rapport aux décès au Canada.

Ensuite, les facteurs précédents sont appliqués à la colonne H de l'onglet Surmortalité pour obtenir la surmortalité par région. La méthode susmentionnée est un test de régression qui donne à penser que le modèle, dans forme actuelle, prédit la situation actuelle avec beaucoup de précision.

Dans l'onglet Population, les cellules T5 à BS106 présentent la ventilation des populations régionales selon l'âge :



**Tableau 9**

Âge	Canada	Terre-Neuve	Île-du-Prince-Édouard	Nouveau-Brunswick	Nouvelle-Écosse
0	369 735	5 079	1 553	7 603	9 528
1	372 610	5 119	1 565	7 662	9 602
2	378 885	5 205	1 591	7 791	9 763
3	386 205	5 306	1 622	7 941	9 952
4	391 365	5 376	1 644	8 047	10 085
...					

Encore une fois, il convient de faire remarquer que le recensement de Statistique Canada a été effectué en 2016. Or, les données précédentes montrent les données de la population en date de septembre 2020. Un ajustement ou une majoration a été fait dans le tableau pour tenir compte de la variation de la population. L'ajustement des données de la population a été effectué afin d'obtenir un taux de mortalité plus précis dans les différentes régions.

À la droite de cette information se trouvent les taux de mortalité au Canada par groupe d'âge (cellules CJ6 à CV16; voir le tableau 10). Ce sont ces données qui sont intégrées à l'onglet Surmortalité, laquelle indique les taux de mortalité distribués selon l'âge. Ces données sont obtenues de Statistique Canada.

**Tableau 10**

De Statistique Canada, 14 mai 2021

Groupe d'âge	Borne inf.	Mortalité	Hommes (%)	Femmes (%)	Population	...	Taux de mortalité	Mortalité hommes	Mortalité femmes
0 à 19	0	2	51 %	49 %	7 865 730	...	0,0000003	0,0000001	0,0000001
20 à 29	20	13	49,90 %	50,10 %	4 528 690		0,0000029	0,0000014	0,0000014
30 à 39	30	23	48,90 %	51,10 %	4 617 765		0,0000050	0,0000024	0,0000025
40 à 49	40	70	46,60 %	53,40 %	4 615 105		0,0000152	0,0000071	0,0000081
50 à 59	50	283	47,80 %	52,20 %	5 298 305		0,0000534	0,0000255	0,0000279
60 à 69	60	848	51,60 %	48,40 %	4 262 990		0,0001989	0,0001026	0,0000963
70 à 79	70	2148	49,70 %	50,30 %	2 442 725		0,0008793	0,0004370	0,0004423
80 et plus	<u>80</u>	<u>8235</u>	33,30 %	66,70 %	1 520 425	...	0,0054162	0,0018036	0,0036126
Total		11 622			35 151 735				

Juste en dessous de ce tableau se trouve un tableau des taux de mortalité par groupe d'âge obtenus des Centers for Disease Control (CDC). Ce tableau n'est inclus qu'à des fins de comparaison avec les statistiques américaines et n'est pas utilisé dans le modèle.

**Tableau 11**

Des CDC, 23 octobre 2020

Âge	Cas	Mortalité	Âge	Population	...	Taux d'infection
0 à 4	106 356	35	0-4	19 736 000	...	0,00538893
5 à 17	452 918	66	5-17	53 281 296		0,00850051
18 à 29	1 519 919	855	18-29	53 137 704		0,0286034
30 à 39	1 055 659	2 135	30-39	43 375 000		0,02433796
40 à 49	969 344	5 122	40-49	39 928 000		0,0242773
50 à 64	1 308 828	25 150	50-64	62 110 000		0,02107274
65 à 74	484 694	34 362	65-74	31 487 000		0,01539346
75 à 84	273 766	43 328	75-84	15 408 000		0,01776778
85 et plus	189 286	52 028	85+	5 893 000		0,03212048
Total	6 360 770	163 081	Total	324 356 000		0,01961046

### *Données mondiales*

L'onglet Données mondiales regroupe les données sur les décès COVID tirées du site Web Our World in Data. Il sert à produire les taux de mortalité, de décès et d'infection par pays et dans le monde qui se trouvent dans l'onglet Surmortalité.

### *Liens*

L'onglet Liens fournit des liens notamment vers les sites Web de Statistique Canada, de l'Organisation mondiale de la santé et des CDC notamment, où l'on peut trouver des informations pertinentes pour mettre à jour le tableur.

Voici un lien très utile pour l'obtention de données canadiennes : <https://sante-infobase.canada.ca/covid-19/resume-epidemiologique-cas-covid-19.html>

[Tableau de bord de la connaissance de la situation COVID-19 – Canada.ca](#)

Le lien suivant vous amène vers les données mondiales : <https://ourworldindata.org/covid-deaths>

### **Conclusion**

À la base, le modèle prédit la surmortalité COVID-19 pour un âge, un sexe et une région donnés. Pour ce faire, il applique des taux de mortalité aux chiffres de population des diverses circonscriptions. Ces taux de mortalité sont obtenus principalement à partir des données de Statistique Canada. Les données des CDC et d'autres sources sont utilisées uniquement à des fins de comparaison, car il s'agit essentiellement d'une étude canadienne. On espère qu'avec le temps, des données plus détaillées seront accessibles au public.

Dans sa forme actuelle, le modèle est utile aux actuaires qui souhaitent modéliser la surmortalité sous la forme qu'ils utilisent habituellement pour la construction de tables de mortalité. À ce niveau de détail, les décès sont indiqués selon l'âge et le sexe dans les régions du Canada. Étant donné le peu de données à saisir dans le modèle, l'utilisateur trouvera celui-ci assez convivial.

Toutefois, il faut faire preuve de prudence, comme avec tout modèle. S'agissant d'une pandémie nouvelle, les hypothèses et les conclusions ultimes ne seront pas connues avant un certain temps. Au moment d'écrire ces lignes, plusieurs autres souches de ce virus apparaissaient. Il reste à voir quel impact ces variants auront sur les hypothèses.

Les utilisateurs sont libres d'intégrer d'autres données et d'autres résultats de recherche tandis qu'ils modélisent la surmortalité COVID-19 avec cet outil.