

Le COVID-19 sur le continent africain

Chad R Wells[†], Jason K Stearns^Δ, Pascal Lutumba^Ω, Alison P Galvani[†]
alison.galvani@yale.edu

[†]Centre de modélisation et d'analyse des maladies infectieuses, École de santé publique de l'Université de Yale, New Haven, CT, USA

^ΔÉcole des Études internationales, Université Simon Fraser, Vancouver, BC, Canada ; Groupe d'étude sur le Congo,, Centre sur la coopération internationale, Université de New York, New York, NY, USA ;

^Ω Département de médecine tropicale, Université de Kinshasa, Kinshasa, RD Congo

En date du 20 avril 2020, 14 068 personnes ont été infectées par la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) en Afrique, dont 3158 (22-4%) en Afrique du Sud.¹ La transmissibilité du COVID-19, combinée à la rareté des équipements sanitaires essentiels et aux difficultés de mise en œuvre de distanciation physique généralisée et d'isolement des cas, constitue une grave menace pour le continent.

Pour illustrer les conséquences potentielles de la pandémie du COVID-19 dans les pays les plus vulnérables d'Afrique, nous avons simulé une épidémie de COVID-19 en RDC en l'absence d'interventions.

En utilisant un modèle épidémiologique structuré par âge (annexe p 1), et en supposant un nombre de reproduction de base de 2.72 (95% CI 2.56-2.87)², nous estimons qu'il y aurait 76 213 155 infections (95% CI 74 156 965-77 800 029) et 319 441 décès (313 079-324 175) en l'absence de distanciation physique (figure). Bien que les individus de moins de 20 ans représentent 42 752 770 (56.1%) de ces infections COVID-19 simulées (95% CI 41 551 696-43 683 014), les individus de 50 ans et plus constituent 280 623 (87.8%) des décès (275 356-284 509) dans notre modèle de prédiction. Étant donné la forte prévalence des comorbidités en RDC, comme c'est le cas en Afrique plus largement, le nombre de décès pourrait même être beaucoup plus élevé³.

La faible capacité de dépistage rend difficile l'évaluation de la portée réelle du COVID-19 et la mise en œuvre d'un isolement efficace des personnes infectées. Par exemple, vers mi-avril 2020, la République Démocratique du Congo ne réalisait qu'environ 200 tests par jour⁴, le Sénégal environ 300 tests par jour⁵ et l'Éthiopie environ 400 tests par jour⁵. Par rapport aux États-Unis, un pays qui compte plus de 120 000 respirateurs, on compte moins de 2 000 respirateurs répartis dans 41 pays africains, dont cinq seulement se trouvent en RDC^{6,7}.

La distanciation sociale et d'autres mesures de contrôle ont été mises en œuvre dans certaines parties des pays africains, notamment dans la capitale de la RDC. Toutefois, les autorités du Ghana et de l'Afrique du Sud ont déjà commencé à envisager la levée des restrictions.⁸ Compte tenu de la pénurie d'installations et d'équipements de soins de santé dans toute l'Afrique, nous demandons d'urgence d'investir massivement dans la prévention, notamment par des mesures de confinement axées sur les zones densément peuplées et des ordres de mise à l'abri pour les plus vulnérables. Parallèlement, les considérations socio-économiques de la population et les réalités locales disparates des 54 pays africains doivent être prises en compte. Les stratégies d'atténuation doivent être mises en œuvre conjointement avec des mesures de protection sociale, telles que le contrôle des prix, l'exonération des factures de services publics et des taxes, et des transferts d'argent ciblés⁹. Toutefois, le 14 avril 2020, le président américain a annoncé que les États-Unis allaient suspendre leur financement de l'OMS. Une telle action serait irréfléchie et mettrait en péril la maîtrise du COVID-19. La protection de l'Afrique est essentielle, non seulement pour le continent lui-même, mais aussi pour la sauvegarde du reste du monde. Compte tenu du potentiel de retour en vague du COVID-19, même si certains pays contrôlent leurs épidémies

actuelles, la population mondiale n'est en sécurité que dans la mesure où ses nations les plus vulnérables le sont aussi.

Références

- 1 WHO. Coronavirus (COVID-19). <https://www.afro.who.int/health-topics/coronaviruscovid-19> (accessed April 20, 2020).
- 2 MIDAS Network. MIDAS 2019 novel coronavirus repository. <https://github.com/midas-network/COVID-19> (accessed April 9, 2020).
- 3 WHO. COVID-19. Situation update for the WHO African region. April 1, 2020. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331655/SITREP_COVID-19_WHOAFRO_20200401-eng.pdf (accessed April 20, 2020).
- 4 Comité National de Préparation et de Réponse contre la Pandémie de la maladie à Coronavirus 2019 en RDC. April 9, 2020. [A: Please provide the city where the meeting was held and, if possible, who organised/ held the meeting]
- 5 Our World in Data. Daily COVID-19 tests, rolling 3-day average. <https://ourworldindata.org/grapher/daily-covid-19-tests-rolling-3day-average> (accessed April 21, 2020).
- 6 Maclean R, Marks S. 10 African countries have no ventilators. That's only part of the problem. April 18, 2020. <https://www.nytimes.com/2020/04/18/world/africa/africacoronavirus-ventilators.html> (accessed April 21, 2020).
- 7 Wells CR, Fitzpatrick MC, Sah P, et al. Projecting the demand for ventilators at the peak of the COVID-19 outbreak in the USA. *Lancet Infect Dis* 2020; published online April 20. [https://doi.org/10.1016/S14733099\(20\)30315-7](https://doi.org/10.1016/S14733099(20)30315-7).
- 8 Nordling L. South Africa flattens its coronavirus curve—and considers how to ease restrictions. April 15, 2020. <https://www.sciencemag.org/news/2020/04/south-africaflattens-its-coronavirus-curve-and-considershow-ease-restrictions> (accessed April 21, 2020).
- 9 Gentilini U, Almenfi M, Orton I. Social protection and jobs responses to COVID-19: a real-time review of country measures. April, 2020. <https://socialprotection.org/discover/publications/social-protection-and-jobs-responses-covid19-real-time-review-country> (accessed April 10, 2020).

Annexe: La projection du COVID-19 en République démocratique du Congo

Chad R. Wells PhD¹, Jason K Stearns PhD^{2,3}, Pascal Lutumba PhD⁴, Alison P Galvani PhD¹

¹Centre pour la modélisation et l'analyse des maladies infectieuses (CIDMA), École de santé publique de Yale, New Haven, Connecticut, États-Unis

²École d'études internationales, Université Simon Fraser, Vancouver, Colombie-Britannique, Canada

Groupe d'Etude sur le Congo, Centre de coopération internationale, Université de New York

⁴Département de médecine tropicale, Université de Kinshasa, Kinshasa, République démocratique du Congo

Méthodologie

En utilisant un modèle épidémiologique structuré par âge, nous avons simulé une épidémie de COVID-19 en République démocratique du Congo (RDC) en l'absence de toute distanciation sociale afin d'estimer le nombre total d'infections et de décès par COVID-19. Nous considérons les classes d'âge 0-19, 20-49, 50-64, et 65+.

Nous prenons en compte les modèles de contact en fonction de l'âge pour la dynamique de transmission dans la population générale (G) et les modèles de contact à la maison (H). En l'absence d'informations disponibles sur les schémas de contact spécifiques à la République démocratique du Congo, nous utilisons les schémas de contact de la République du Congo voisine (tableau A2-A3).¹

Une fois qu'un individu sensible (S) est infecté, il entre dans la période d'incubation (E) pour une moyenne de $1/\sigma$ jours. Après la période d'incubation, une proportion θ_i des cas de COVID-19 présentent une infection grave/critique (C) et la fraction restante présente des symptômes légers (I). Nous supposons que la durée moyenne de la période infectieuse est la même pour les cas légers et les cas graves/critiques, la période infectieuse durant $1/\delta$ jours.

Pour les personnes souffrant d'une maladie grave/critique, nous supposons que leurs symptômes sont suffisamment graves pour qu'après $1/\gamma$ jours, elles résident chez elles pour le reste de leur période infectieuse. Pour le délai moyen entre l'apparition des symptômes et le séjour à domicile ($1/\gamma$), nous utilisons un jour, qui est le délai entre l'apparition des symptômes et la fièvre². Étant donné que nous avons supposé que la durée de la période infectieuse fût la même pour toutes les sévérités de l'infection, la durée moyenne qu'un cas de COVID-19 gravement malade passe à la maison est de $1/\delta - 1/\gamma$ jours, ce qui correspond à un taux de $\delta\gamma/(\gamma-\delta)$.

Nous calibrons le taux de transmission (β) pour obtenir le taux de reproduction de base R_0 , qui est obtenu par le calcul de la matrice de la prochaine génération. Ce calibrage a été effectué en supposant que les cas graves/critiques n'entrent pas dans leur domicile (c'est-à-dire $\theta_i=0$). Nos prévisions concernant le nombre d'infections et de décès supposent que les personnes présentant des symptômes graves/critiques restent chez elles 24 heures après l'apparition des symptômes (c'est-à-dire $\theta_i > 0$). Nous avons constaté que l'épidémie pouvait être atténuée lorsque les personnes atteintes d'infections graves/critiques par COVID-19 entrent chez elles 24 heures après l'apparition des symptômes et $R_0 < 1,15$.

Par conséquent, le système d'équations pour la classe d'âge i

Les valeurs des paramètres utilisés dans la simulation sont décrites dans le tableau A1, et le code de calcul peut être trouvé à l'adresse https://github.com/WellsRC/DRC_Projection.

Taux de létalité en fonction de l'âge

Nous avons estimé le taux moyen de létalité pour les quatre classes d'âge en utilisant la démographie de la population de la République démocratique du Congo ³. Pour obtenir l'estimation pour nos quatre classes d'âge, nous avons utilisé des estimations empiriques des taux de létalité en fonction de l'âge de 0 à 80+, à intervalles de dix ans (c'est-à-dire 0-9) ⁴. Plus précisément, le taux moyen de létalité pour la classe d'âge i se calcule approximativement comme suit

où N_i est la taille de la population de la classe d'âge i , μ_i est le taux de létalité pour la sous-classe d'âge i (basé sur l'intervalle de cinq ans), N_{ij} est la taille de la population du groupe d'âge de la sous-classe, et n_i est le nombre de groupes d'âge de la sous-classe dans la classe d'âge i . Nous appliquons ce taux de létalité moyen pour les quatre classes d'âge afin d'évaluer le nombre de décès projeté à partir du nombre de cas prévu par le modèle.

Estimation du nombre d'infections et de décès

Nous calculons le nombre total d'infections pour la classe d'âge i en utilisant

et le nombre total d'infections résolues pour la classe d'âge i comme suit

Ainsi, le nombre total de décès dans la classe d'âge i est $\mu_i R_p$, où μ_i est le taux de létalité en fonction de l'âge.

Pour évaluer ces chiffres cumulés, nous avons simulé le modèle 10^5 jours pour permettre à l'épidémie de suivre son cours pour toutes les valeurs de R_0 . Pour obtenir une estimation ponctuelle de nos résultats, nous avons calculé le nombre moyen de reproduction de base à partir des valeurs d'estimation ponctuelle de 135 études⁵. L'incertitude de notre estimation des cas et des décès cumulés est basée sur l'intervalle de confiance à 95 % du nombre moyen de reproduction de base. Nous avons estimé un indice de reproduction de base moyen de 2,72 (IC à 95 % : 2,56 - 2,87).

Tableau A1 : Valeurs et descriptions des paramètres utilisés pour l'analyse

Paramètre	Description	Valeur	Référence
$1/\sigma$	Durée de la période d'incubation	4 jours	⁶

$1/\delta$	Durée de la période infectieuse	6 jours	Estimé en utilisant deux fois la différence entre l'intervalle de série (7 jours ⁷) et la période d'incubation ⁶
$1/\gamma$	Délai entre l'apparition des symptômes et le séjour à domicile pour les cas graves/critiques	1 jour	Supposition ²
θ_1	Proportion de 0-19 ans présentant une maladie grave/critique	0,2	Supposition ⁸
θ_2	Proportion de 20-49 ans présentant une maladie grave/critique	0,2	Supposition ⁸
θ_3	Proportion de 50-64 ans présentant une maladie grave/critique	0,6	Supposition ⁸
θ_4	Proportion de 65+ ans présentant une maladie grave/critique	0,8	Supposition ⁸
β	Vitesse de transmission		Calibré pour obtenir R_0 en supposant que $\theta_i = 0$
μ_1	Taux de létalité pour la classe d'âge 0-19 ans	0,008%	Estimation
μ_2	Taux de létalité pour la classe d'âge 2-49 ans	0,138%	Estimation
μ_3	Taux de létalité pour la classe d'âge 50-64 ans	1,95%	Estimation
μ_4	Taux de létalité pour la classe d'âge de 65+ ans	7,34%	Estimation
N_1	Taille de la population de la classe d'âge 0-19 ans	49 035 193	³
N_2	Taille de la population de la classe d'âge 20-49 ans	29 510 576	³
N_3	Taille de la population de la classe d'âge 50-64 ans	5 626 380	³

N_4	Taille de la population de la classe d'âge de 65+ ans	2 618 418		3

Tableau A2 : Matrice de contact pour la communauté générale utilisée dans le modèle structuré par âge pour la RDC

G	0-19	20-49	50-64	65+
0-19	16,28	5,58	1,70	0,87
20-49	5,58	9,86	2,31	0,42
50-64	1,70	2,31	1,21	0,31
65+	0,87	0,42	0,31	0,22

Tableau A3 : Matrice de contact pour le domicile utilisé dans le modèle structuré par âge pour la RDC

H	0-19	20-49	50-64	65+
0-19	2,57	2,58	1,10	0,73
20-49	2,58	1,37	0,56	0,27
50-64	1,10	0,56	0,34	0,23
65+	0,73	0,27	0,23	0,15

Tableau A4 : La matrice des contacts communautaires pour les différentes tranches d'âge aux États-Unis

G	0-19	20-49	50-64	65+
0-19	9,76	3,77	1,51	0,60
20-49	3,77	9,43	3,05	0,70
50-64	1,51	3,05	2,96	0,76
65+	0,60	0,70	0,76	1,25

Appendix References

- 1 Prem K, Cook AR, Jit M. Projecting social contact matrices in 152 countries using contact surveys and demographic data. *PLoS Comput Biol* 2017; **13**: e1005697.
 - 2 Zhou F, Yu T, Du R, *et al.* Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet* 2020; **395**: 1054–62.
 - 3 Population Pyramids of the World from 1950 to 2100. PopulationPyramid.net. <https://www.populationpyramid.net/democratic-republic-of-the-congo/2019/> (consulté le 9 avril 2020).
 - 4 Verity R, Okell LC, Dorigatti I, *et al.* Estimates of the severity of coronavirus disease 2019: a model-based analysis. *Lancet Infect Dis* 2020; publié en ligne le 30 mars. DOI:10.1016/S1473-3099(20)30243-7.
 - 5 midas-network. midas-network/COVID-19. GitHub. <https://github.com/midas-network/COVID-19> (consulté le 9 avril 2020).
 - 6 Guan W-J, Ni Z-Y, Hu Y, *et al.* Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med* 2020; publié en ligne le 28 février. DOI:10.1056/NEJMoa2002032.
 - 7 Wu JT, Leung K, Bushman M, *et al.* Estimating clinical severity of COVID-19 from the transmission dynamics in Wuhan, China. *Nat Med* 2020; : 1–5.
 - 8 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; publié en ligne le 3 avril. DOI:10.1073/pnas.2004064117.
-