



Covid-19 en Afrique : études de cas sur la morbidité et la mortalité dans une perspective comparative

Michel Garenne

► To cite this version:

Michel Garenne. Covid-19 en Afrique : études de cas sur la morbidité et la mortalité dans une perspective comparative. 2023. <hal-04318442>

HAL Id: hal-04318442

<https://hal.science/hal-04318442v1>

Preprint submitted on 1 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

Covid-19 en Afrique : études de cas sur la morbidité et la mortalité dans une perspective comparative

Michel GARENNE



MICHEL GARENNE, Senior Fellow, FERDI, Université Clermont Auvergne, Clermont-Ferrand, France • Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMI Résiliences, Bondy, France • MRC/Wits Rural Public Health and Health Transitions Research Unit, School of Public Health, Faculty of Health Sciences, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa • Department of Statistics and Population Studies, University of Western Cape, South Africa.

Résumé

L'étude passe en revue les données très parcellaires sur la morbidité et la mortalité du Covid-19 en Afrique subsaharienne, et les met en perspective avec les données françaises et internationales. Deux pays sahéliens sont étudiés plus en détail : le Burkina-Faso et le Niger. Plusieurs enquêtes de séroprévalence sont passées en revue, et montrent une augmentation rapide du nombre de cas au cours des 12 à 24 premiers mois de l'épidémie. L'incidence cumulée semble plus élevée qu'en Europe au cours de la même période. Par contre, les données disponibles indiquent moins de cas en 2022, contrairement à la France et aux pays européens. Les enquêtes de MSF/Epicentre sur la mortalité sont passées en revue : dans un camp de réfugiés au Kenya et dans trois villes africaines, ainsi qu'une étude en population générale dans une région d'Afrique du Sud. ... / ...

Mots-clés

Covid-19, SARS-CoV2, Mortalité, Morbidité, Séroprévalence, Afrique au sud du Sahara, Afrique du Sud, Burkina-Faso, Niger.

... / ... Malgré leurs limites, ces études montrent une augmentation de la mortalité suite à l'émergence du SARS-CoV-2. Mais dans l'ensemble, les données de létalité (décès/cas) ne révèlent pas de mortalité extrême en Afrique. De plus, la structure par âge très jeune des populations africaines, avec beaucoup d'enfants moins touchés et peu de personnes âgées très vulnérables, est en leur faveur, et induit des taux de mortalité standardisés beaucoup plus faibles qu'en France. Enfin, si le Covid-19 a eu des impacts économiques négatifs, ceux-ci ne semblent pas se traduire par une augmentation de la mortalité infanto-juvénile. Si la mortalité par Covid-19 reste très mal connue en Afrique, rien n'indique actuellement une grande crise démographique.

Abstract

The study reviews the very fragmented data on Covid-19 morbidity and mortality in sub-Saharan Africa, and puts it into perspective with French and international data. Two Sahelian countries are studied in more detail: Burkina-Faso and Niger. Several seroprevalence surveys are reviewed, showing a rapid increase in the number of cases during the first 12 to 24 months of the epidemic. The cumulative incidence appears higher than in Europe during the same period. On the other hand, available data indicate fewer cases in 2022, unlike France and European countries. MSF/Epicentre mortality surveys are reviewed: in a refugee camp in Kenya and in three African towns, as well as a general population study in one province of South Africa. Despite their limitations, these studies show an increase in mortality following the emergence of SARS-CoV-2. But overall, case-fatality rates do not reveal severe mortalities in Africa. In addition, the very young age structure of African populations, with many children less affected and few very vulnerable elderly people, is in their favor, and leads to much lower standardized death rates than in France. Finally, if Covid-19 had negative economic impacts, these do not seem to translate into an increase in under-five mortality. If mortality by Covid-19 remains poorly known in Africa, nothing currently indicates a major demographic crisis.

Keywords

Covid-19; SARS-CoV-2; Mortality; Morbidity; Seroprevalence; Sub-Saharan Africa; South Africa; Burkina Faso; Niger.

Sommaire

1. Introduction
 2. Généralités sur le Covid-19
 3. Un exemple de pays développé : la France 2020-2022
 4. Études de cas sur l'incidence du Covid-19 en Afrique
 5. Études de cas sur la mortalité du Covid-19 en Afrique
 6. L'épidémie dans deux pays du Sahel : Burkina-Faso et Niger
 7. Mortalité infanto-juvénile et Covid-19
 8. Comparaisons internationales
 9. Discussion
- Conclusion
- Références

1. Introduction

L'épidémie de Covid-19 a surpris par son ampleur et sa rapidité : quelque 650 millions de cas et 6,6 millions de décès répertoriés fin 2022, soit trois ans après son début, et probablement beaucoup plus dans l'ensemble du monde [OMS 2022]. Cette maladie émergente est causée par un virus, le SARS-CoV-2, qui se diffuse très rapidement dans les populations du fait de sa transmission interhumaine très facile, comme c'est le cas pour le virus de la grippe et de nombreuses autres maladies infectieuses. Les mesures de contrôle de l'épidémie (isolement des malades, confinement, masque facial, hygiène des mains, etc.) sont peu efficaces, hormis le confinement strict, et difficiles à maintenir sur le long terme, et les vaccins qui ont été mis au point peu après l'identification du virus ont une efficacité douteuse contre l'infection [Rotshild *et al.* 2021]. D'autre part, le virus mute très rapidement, évolue en permanence, rendant le contrôle encore plus difficile.

La question de l'impact démographique de l'épidémie est vite devenue un sujet de préoccupation, car la maladie causait des mortalités élevées, des morbidités très importantes qui surchargeaient les hôpitaux et les services de santé déjà à flux tendu, et avait des conséquences économiques et sociales non-négligeables. Dans les pays développés et ceux où le système d'information sanitaire était adéquat, l'impact démographique a été mesuré facilement grâce aux données de routine (statistiques démographiques et sanitaires), mais dans les pays en développement où ces systèmes sont insuffisants, voire défectueux, la mesure de l'impact démographique du Covid-19 reste mal connue et sujette à controverse. C'est tout particulièrement le cas pour l'Afrique au sud du Sahara, où les systèmes d'information sanitaire et d'état civil sont embryonnaires ou très incomplets.

Le but de cette étude est de faire une revue critique des données disponibles en Afrique concernant l'impact démographique du Covid-19, morbidité et mortalité. L'étude est organisée en plusieurs sections : rappels sur l'épidémiologie de la maladie ; mise en perspective en présentant la situation française ; analyse des données africaines de morbidité et de mortalité ; analyse de deux pays ayant des données fiables de mortalité : l'Afrique du Sud et l'Ile Maurice ; présentation de deux pays sahéliens particulièrement vulnérables : le Burkina-Faso et le Niger ; comparaison entre l'Afrique du Sud et la France ; discussion générale.

2. Généralités sur le Covid-19

Cette section présente les sources des données sur l'épidémiologie et la démographie du Covid-19, définit les indicateurs, et résume quelques données de base.

2.1. Généralités

Le Covid-19 est une maladie causée par un virus, le SARS-CoV-2, apparu en Chine à la fin de l'année 2019, et qui s'est répandu très rapidement à travers le monde au début de l'année 2020 : pratiquement tous les pays ont été touchés en moins de six mois. Le virus est transmissible de personne à personne, surtout par voies respiratoires (aérosols) ou par contact direct (mains, fluides corporels). Le virus se répand très rapidement, sur le modèle de la grippe saisonnière (virus Influenza). Les flambées épidémiques arrivent par vagues successives, selon un modèle chaotique bien connu, et bien décrit mathématiquement [Anderson & May 1992].

Suite à l'apparition du virus original, plusieurs variants génétiques ont été identifiés, chacun responsable de vagues épidémiques, et chacun ayant des caractéristiques particulières de transmission et de virulence. Ces variants sont dénommés par des lettres grecques, et trois sont particulièrement importants pour leur impact démographique. Suite au virus original qui circulait la première année (appelé *wild virus* en anglais), le variant *Alpha* est devenu majoritaire entre février et juin 2021, et fut suivi par le variant *Delta*, majoritaire au cours des 6 mois suivants, puis par le variant *Omicron*, majoritaire depuis décembre 2021. Les deux autres variants (*Beta* et *Gamma*) n'ont joué qu'un rôle marginal (Tableau 1). Ces variants comportent de nombreux sous-variants, car les mutations du virus se succèdent très rapidement. Le dernier variant en 2022 (*Omicron*) est considéré comme plus transmissible, mais moins virulent que les autres, et on verra effectivement une augmentation brutale des cas lors de son émergence, mais relativement peu de décès.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des principaux variants du virus SARS-CoV-2

	Variant	Date apparu	Période majoritaire	
			Début	Fin
	Original	12/2019	12/2019	02/2021
α	Alpha	11/2020	02/2021	06/2021
β	Beta	01/2021	quelques semaines	
γ	Gamma	02/2021	quelques semaines	
δ	Delta	05/2021	06/2021	12/2021
o	Omicron	11/2021	12/2021	>12/2022

Source : GISAID, 2022.

2.2. Source des données disponibles

En ce qui concerne l'épidémiologie générale et la démographie de l'épidémie, plusieurs sources sont disponibles. La certification des cas comme celle des décès exige un diagnostic basé sur un test biologique qui prouve soit la présence du virus, soit la présence d'anticorps spécifiques. De nombreux tests biologiques sont disponibles pour prouver la présence du virus chez une personne infectée, dont les plus connus sont les tests PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Ce sont ceux qui sont utilisés dans les hôpitaux et centres de santé spécialisés. On trouve aussi des tests rapides à l'usage du grand public. De nombreux tests biologiques sont aussi disponibles pour détecter les anticorps spécifiques, qui démontrent une infection précédente. Les plus connus sont les tests ELISA (*Enzyme-Linked Immuno-Sorbent Assay*), et les tests rapides, dits RDT (*Rapid Diagnostic Test*) basés sur une autre technique (*Colloidal Gold Immuno-Chromatography Lateral Flow System*). Certains tests détectent les infections anciennes (*IgG*) ; d'autres, les infections récentes (*IgM*). Ce sont ces tests qui sont utilisés pour les enquêtes de dépistage, en population générale ou sur des groupes ciblés. De nombreux tests sont fabriqués par divers laboratoires et dans divers pays. Ces tests ont chacun leur propre sensibilité (pourcentage de vrais positifs) et leur propre spécificité (pourcentage de vrais négatifs), qui elles-mêmes varient en fonction de la durée depuis l'infection, la présence éventuelle d'autres virus présentant une réactivité croisée, et de nombreux autres facteurs. Le problème de la sensibilité des tests est parfois pris en compte dans les analyses statistiques, mais ne sera pas considéré dans cette étude, car trop complexe.

Lorsqu'un cas est certifié par un test biologique, il est normalement déclaré aux autorités sanitaires du pays, et transmis quotidiennement à l'OMS [OMS 2022], ainsi qu'à certaines bases de données internationales, notamment celle de l'Université Johns Hopkins aux États-Unis [JHU Corona Virus Database 2022]. La complétude de l'enregistrement des cas dépend donc, d'une part, de la couverture des tests en population générale (qui souvent n'incluent pas les cas asymptomatiques non testés) et de la transmission des données. D'autre part, les cas déclarés ne distinguent pas les cas d'infections multiples chez la même personne (certaines personnes peuvent contracter la maladie plusieurs fois de suite à quelques mois d'intervalle) et incluent donc des doubles comptes. La complétude de la déclaration des cas était faible lors des premiers mois de l'épidémie dans les pays développés du fait du manque de tests, puis s'est beaucoup améliorée, mais reste très faible dans les pays africains, comme on le verra ci-dessous.

Pour pallier le sous-enregistrement des cas on peut effectuer des enquêtes de séroprévalence. Ces enquêtes sont systématiques, basées sur un échantillon de population (aléatoire ou raisonné), ou sur un groupe particulier (personnel médical, personnes très exposées), ou sur une banque du sang. Elles consistent à tester les anticorps spécifiques au virus sur l'échantillon choisi. Ces enquêtes de séroprévalence sont la principale source fiable sur l'étendue de l'épidémie en Afrique (voir § 4).

Dans les pays développés, les décès sont pratiquement tous enregistrés à l'état civil, qui publie régulièrement ses statistiques. Pour la plupart de ces décès, la cause est certifiée par un médecin. De plus, beaucoup de décès se produisent à l'hôpital ou dans une structure médicale, où la précision sur la cause des décès est encore meilleure. On dispose donc des statistiques sur l'ensemble des décès (qui permettent de repérer des augmentations de mortalité), des statistiques sur les causes de décès, et des statistiques hospitalières, qui sont les plus précises (admissions et décès), mais non-exhaustives. Dans les pays africains, cependant, l'état civil est très incomplet et la certification des causes très aléatoire. Si les données hospitalières sont fiables, elles ne représentent qu'une toute petite fraction de ce qui se passe en population générale. La qualité des données publiées sur les cas et les décès par Covid-19 est donc très variable et, en Afrique, aucune donnée ne peut être considérée comme représentative de la population, comme on le verra ci-dessous, hormis quelques pays particuliers (Afrique du Sud, Île Maurice).

2.3. Concepts de base

On rappelle ici quelques définitions utilisées dans cette étude.

- Incidence : nombre de cas nouveaux au cours d'une période. Taux d'incidence = nombre de nouveaux cas par personne-années (exprimé pour 1000).
- Incidence cumulée : nombre de cas cumulés depuis le début de l'épidémie ; il est rapporté à la population (en pourcentage de personnes infectées).
- Séroprévalence : pourcentage de personnes séropositives détectées par des tests sanguins, qui détectent les anticorps au virus (mesure de l'incidence cumulée).
- Taux de mortalité : nombre de décès par personne-années (exprimé par million) ; ils peuvent se calculer par sexe et âge.
- Létalité : nombre de décès rapportés au nombre de cas (exprimé par million). Elle peut se calculer en population générale ou chez les personnes admises à l'hôpital.

2.4. Schéma par sexe et âge

Comme c'est le cas pour toutes les maladies infectieuses, l'incidence et la mortalité varient considérablement selon l'âge, et pour certaines maladies selon le sexe. Ces variations selon l'âge sont particulièrement importantes pour le Covid-19, car l'essentiel de la mortalité est concentré chez les personnes âgées (voir § 8). Ce point est particulièrement important pour les pays africains, dont les populations sont les plus jeunes au monde, et où la proportion de personnes âgées est particulièrement faible, du fait de la forte fécondité et de la forte mortalité.

2.5. Impacts démographiques de l'épidémie dans les pays développés

Plusieurs études ont présenté des synthèses de l'impact démographique du Covid-19 dans les pays développés. Une étude portant sur 29 pays européens et américains trouve un petit impact sur l'espérance de vie pour l'année 2020 dans 27 des 29 pays étudiés, de l'ordre de 1 à 2 ans, dû essentiellement à l'augmentation de la mortalité au-delà de 60 ans [Aburto *et al.* 2021]. Le même groupe a poursuivi ces calculs pour l'année 2021 et trouve encore un faible impact dans les mêmes pays au cours de la seconde année, surtout dans les pays d'Europe de l'Est, mais très faible, voire nul dans les pays d'Europe du Nord [Schöley *et al.* 2022]. Un autre groupe a étudié les variations de mortalité sur de courtes périodes, lors de l'épidémie, et trouve un fort impact, de l'ordre de 50 % d'augmentation de mortalité, dans certains pays d'Amérique latine, et montrent le fort sous-enregistrement des décès officiellement attribués au Covid-19 dans certains pays [Karlinsky & Kobak 2021]. Un autre auteur a introduit un nouveau concept pour mesurer l'impact du Covid-19 sur de courtes périodes, intitulé « Mean Unfulfilled Lifespan (MUL) », et montre un impact de plusieurs années perdues dans de nombreuses situations au cours de la première vague de l'épidémie, mais sur des périodes très courtes [Heuveline 2022]. Le groupe du programme Global Burden of Disease (GBD) a publié une étude portant sur la mortalité dans 74 pays en 2020-2021, et trouve un nombre de décès attribuables au Covid-19 environ 3 fois supérieur (18,2 millions) au nombre effectivement déclarés à l'OMS [COVID-19 Excess Mortality Collaborators 2022].

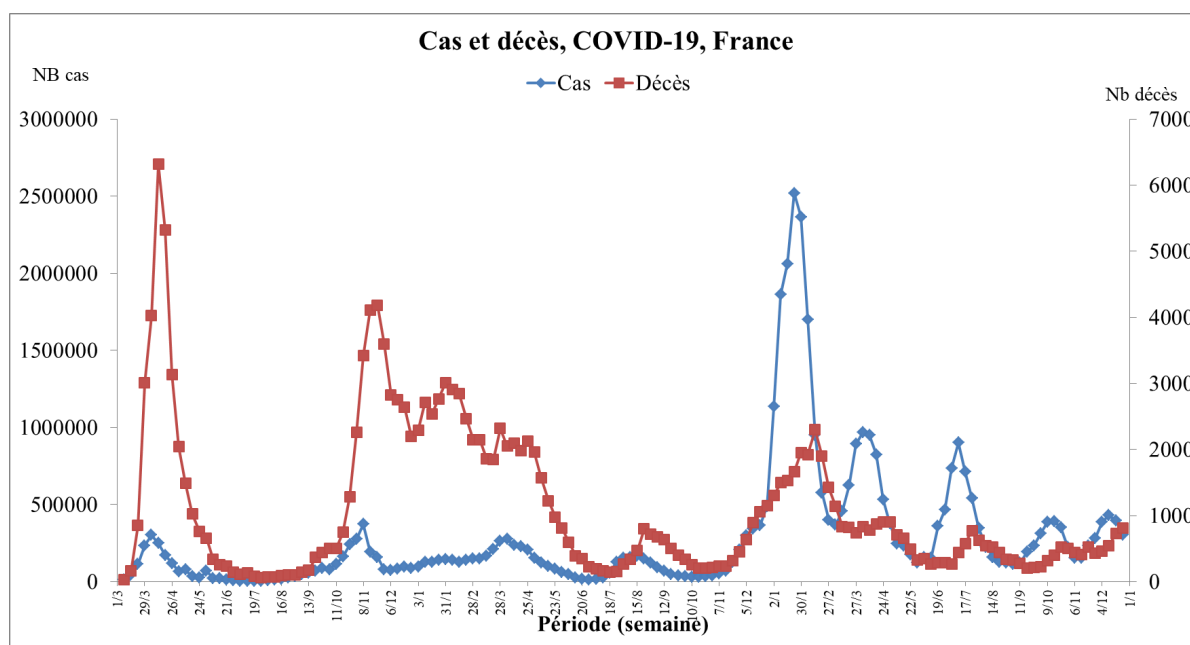
3. Un exemple de pays développé : la France 2020-2022

Cette section présente brièvement l'état de l'épidémie en France, pour situer le cas des pays africains et donner un ordre de grandeur des principaux paramètres d'incidence et de mortalité. Les données de population et de mortalité générale proviennent de l'INSEE [INSEE 2022], et celles concernant le Covid-19 proviennent de Santé Publique France [SPF 2022]. Les premiers cas de Covid-19 sont apparus en France le 1^{er} février 2020 ; l'épidémie a explosé le mois suivant et on dispose de données allant jusqu'en décembre 2022.

3.1. Dynamique de l'épidémie

La dynamique de l'épidémie en France est complexe et typiquement chaotique (Figure 1). Entre mars 2020 et décembre 2022 on repère 9 vagues successives, plus ou moins intenses et plus ou moins régulières : une première vague en mars-avril 2020, suivie d'une période avec peu de cas, puis une seconde vague en novembre-décembre 2020, une troisième vague en mars-avril 2021, une quatrième vague en août-septembre 2021, une cinquième vague en janvier-février 2022, de loin la plus intense, suivie de rebonds en mars-avril, juin-juillet, septembre-octobre puis décembre, cette dernière encore en cours lors de la rédaction de cette étude. Il faut noter que les vaccinations de masse du premier semestre 2021 n'ont eu aucun impact sur la transmission du virus, puisque l'incidence a été plus forte en 2022 qu'au cours des deux années précédentes. Les pics de mortalité suivent de peu les pics d'incidence, mais les plus fortes mortalités apparaissent la première année, puis tendent à baisser régulièrement. Ces évolutions sont assez typiques des incidences des maladies transmises par voie respiratoire, comme la grippe, mais la baisse de la mortalité est particulièrement forte et semble dépasser les variations annuelles des autres maladies respiratoires. Ce qu'il faut noter c'est la grande variabilité au cours du temps, qui rend difficile l'interprétation des données rétrospectives sur une période courte, de quelques mois par exemple : si l'enquête porte sur la période où apparaît un pic on surestimerait l'incidence et la mortalité, mais si la période précède un pic, on les sous-estimerait.

Figure 1 : Exemple de dynamique d'épidémie : France 2020-2022



3.2. Incidence et mortalité en France

Rapportées à la population totale (France métropolitaine) et calculées sur une année civile, l'incidence a fortement augmenté au cours des trois années (de 63 à 420 cas pour 1000 personnes), la mortalité a nettement baissé (de 986 à 534 par million), et la létalité a été divisée par plus de 10 (15.7 à 1.3 pour 1000 cas). Ces tendances à la baisse de la virulence sont confirmées par les données hospitalières : moins de cas hospitalisés (de 67 à 14 pour 1000 cas), et moins de mortalité hospitalière (de 233 à 94 pour 1000). Les vaccinations de masse n'ont donc pas eu d'impact sur l'incidence. La mortalité par Covid-19 a fortement baissé, en population générale comme à l'hôpital, peut-être du fait de la vaccination, et plus probablement du fait de la moindre virulence des nouveaux variants – surtout le variant *Omicron* dominant au cours de l'année 2022 (Tableau 2). En conséquence, pour l'interprétation des données africaines, les données de la première année ne peuvent pas être extrapolées aux années suivantes, et les données des hôpitaux ne représentent qu'une fraction de ce qui se passe en population générale.

Tableau 2 : Caractéristiques de l'épidémie de Covid-19 en France, 2020-2022

Année	Population générale			Hôpital	
	Incidence Cas/Popul pour 1000	Mortalité Décès/Popul Par million	Létalité Décès/Cas pour 1000	Hospitalisé / Cas pour 1000	Décès / Hospitalisé pour 1000
2020	63	986	15.7	67	233
2021	115	896	7.8	43	182
2022	440	577	1.3	14	92

Source : Santé Publique France (2022). Les données d'incidence pour les 6 premiers mois (janvier-juin 2020) ont été corrigées.

3.3. Décès attribués au Covid-19 et augmentation de mortalité

On peut aussi comparer les décès attribués au Covid-19 avec l'augmentation de la mortalité générale. En France, le nombre de décès est assez stable entre 1950 et 2000, autour d'une moyenne de 538 000 décès annuels et un coefficient de variation de 3 % (± 7 % entre minimum et maximum), dû à une compensation entre l'augmentation de la population et la baisse de la mortalité. Puis on note une augmentation régulière du nombre de décès de 2000 à 2019, due en partie à l'augmentation de la population et, dans une moindre mesure, à celle de la mortalité générale, elle-même due au vieillissement de la population. Cette augmentation est moins forte au cours des trois dernières années avant l'épidémie (2017-2019). En projetant les tendances de la population et de la mortalité observées au cours des années 2017-2019, on obtient un nombre de décès attendus pour la période 2020-2022. Si on compare ces valeurs aux décès observés, on trouve une augmentation nette de la mortalité : + 8,7 % la première année, + 6,5 % la seconde année, + 6,4 % la troisième année, qui pourrait être attribuée au Covid-19. Si on compare cette différence aux décès par Covid-

19 (certifiés d'après la cause), on trouve le même ordre de grandeur, mais avec des différences : au total 130 500 décès supplémentaires pour 159 100 décès certifiés, la différence pouvant facilement s'expliquer par les variations annuelles de la mortalité qui sont imprévisibles (Tableau 3). Ainsi, l'augmentation de la mortalité aurait sous-estimé la mortalité par Covid-19 au cours des deux premières années (– 19 % et – 34 %), mais l'aurait surestimée la troisième année. L'implication pour les études africaines serait une marge d'incertitude notable des données basées sur l'augmentation de mortalité, qui sera d'autant plus forte que les variations annuelles de la mortalité sont importantes. L'analyse des augmentations de mortalité peut être affinée en étudiant les variations par sexe, âge et période d'épidémie, mais outre la complexité des calculs, la question de l'estimation des décès attendus reste entière : comment apprécier ce qui se serait passé si l'épidémie n'avait pas eu lieu ?

Tableau 3 : Comparaison des décès attribués au Covid-19 avec l'augmentation de mortalité – France 2020-2022

Année	Décès enregistrés	Décès attendus	Différence	Attribués au Covid
2019	598 408	599 414		
2020	654 599	602 229	+52 370	64 765
2021	644 201	604 986	+39 215	59 086
2022	646 600*	607 693	+38 907	38 191

NB. Source : INSEE 2022. Nombre de décès attendus sur la base des tendances précédentes (2017-2019). (*) Les données de 2022 sont provisoires, et extrapolées pour les mois de novembre et décembre.

3.4. Adéquation des données de séroprévalence avec les données d'incidence

Une étude de séroprévalence a été conduite en France en novembre 2020 sur un échantillon de ménages [Warszawski *et al.* 2022]. Elle trouve une séroprévalence de 6,2 % chez la population de 15 ans et plus, plus forte chez les jeunes adultes de 15-34 ans (8,4 %) que chez les personnes plus âgées (5,6 %). Cette séroprévalence correspond grosso modo à l'estimation que l'on aurait pu faire à partir des cas déclarés (6,3 % en décembre 2020), si l'on tient compte du fort sous-enregistrement des cas entre février et juin 2020 (il faut multiplier les cas déclarés par 12, pour équilibrer approximativement le nombre de décès). Si une comparaison précise entre les deux sources est impossible, il est clair qu'elles sont cohérentes et fournissent le même ordre de grandeur.

3.5. Notion de variabilité entre les pays

L'exemple de la France ne peut pas être considéré comme représentatif des pays développés, même s'il est proche de la moyenne des pays d'Europe occidentale. Le tableau 4 donne quelques exemples d'incidence et de mortalité pour la période de juillet 2020 à juin 2022, soit deux années complètes où le suivi de l'épidémie (cas et décès) est considéré comme assez fiable, pour deux pays développés (USA et Japon) et deux pays en développement (Brésil et Inde). Les variations sont considérables, de 1 à 15 pour l'incidence, de 1 à 12 pour la mortalité, et de 1 à 6 pour la létalité. Ces différences peuvent être dues à plusieurs facteurs : intensité des mesures préventives (isolement, confinement, vaccination, soins), qualité du suivi, et état de santé de la population des pays concernés. Sachant que des écarts encore plus extrêmes peuvent se produire entre les petits pays, il semble illusoire d'estimer précisément la situation d'un pays à partir d'un autre pays, même voisin et ayant des caractéristiques similaires.

Tableau 4 : Comparaison des données de base de certains pays, période de juillet 2020 à juin 2022

Pays	Population (en millions)	Incidence (pour 1000)	Mortalité (par million)	Létalité (pour 1000)
France	65,3	231	892	3,9
USA	331,0	126	1327	10,5
Japon	126,5	37	120	3,2
Brésil	212,6	72	1428	19,8
Inde	1380,0	16	183	11,8

Source : Cas et décès déclarés à l'OMS.

4. Études de cas sur l'incidence du Covid-19 en Afrique

4.1. Incidence cumulée à une date

Plusieurs études de séroprévalence ont été conduites en Afrique, surtout au cours des premiers mois de l'épidémie. Certaines ont ciblé des groupes particuliers (personnel soignant), d'autres ont utilisé les banques de sang disponibles, et certaines ont visé la population générale. Seules ces dernières sont considérées ici. Certaines distinguent les enfants et les adultes, d'autres les hommes et les femmes. Les sources et les méthodologies sont diverses, et tous les détails peuvent être trouvés dans les publications correspondantes. [Abdella *et al.* 2021 ; Alemu *et al.* 2020 ; Fai *et al.* 2021 ; Gignoux *et al.* 2021 ; Ingoba *et al.* 2022 ; Lorenz *et al.* 2021 ; Majiya *et al.* 2021 ; Moser *et al.* 2022 ; Mulenga *et al.* 2021 ; Munywoki *et al.* 2021 ; Mutevedzi *et al.* 2022 ; Ngere *et al.* 2021 ; Nyawale *et al.* 2022 ; Shanaube *et al.* 2022 ; Struck *et al.* 2022 ; Wiens *et al.* 2021]. Le tableau 5 résume ces études et la figure 2 les illustre.

Tableau 5 : Etudes de séroprévalence du SARS-CoV-2 en Afrique

Pays	Localisation	Durée (mois)	Nb individus	Séroprévalence		
				Total	Enfants	Adultes
Afrique du Sud	Gauteng	10	6332	19.1 %	17.4 %	19.5 %
Soudan	Omdurman	12	2375	34.3 %	27.4 %	40.2 %
Kenya	Dagahaley	10	1206	8.0 %	5.1 %	10.2 %
Kenya	Nairobi	8	1164	33.0 %	25.5 %	37.2 %
Nigeria	Niger state	4	185	25.4 %	14.6 %	28.5 %
Ethiopie	Addis Abeba	2	310			7.6 %
Sud-Soudan	Juba	5	2214	22.3 %	26.5 %	19.5 %
Zambie	6 districts	6	3742	10.6 %		
Zambie	Kabwe	22	805	13.5 %		
Tanzanie	Mwanza	20	805	49.3 %		
Burkina-Faso	Bobo-Dioulasso	13	627	55.7 %	49.0 %	51.3 %
Burkina-Faso	Ouagadougou	13	522	37.4 %	41.2 %	30.5 %
Madagascar	Fianarantsoa	13	674	41.5 %	47.8 %	33.8 %
Ghana	Kumasi	13	340	41.2 %	35.5 %	39.2 %
Congo-Brazza	Bomassa	14	304			35.9 %

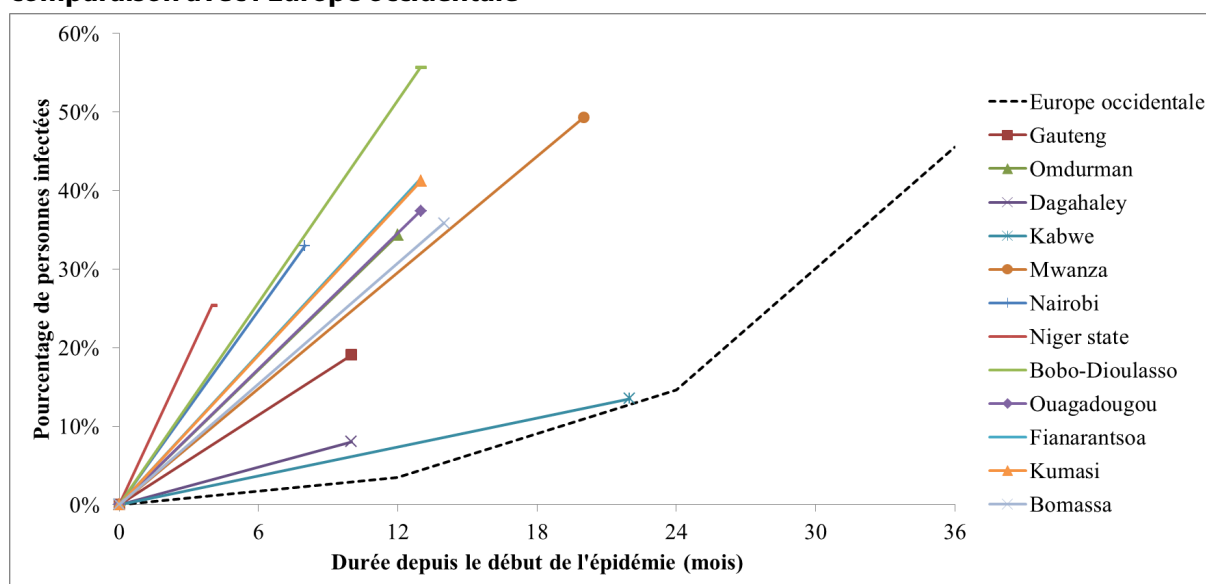
NB. La durée est le nombre de mois depuis le début de l'épidémie. Sources : voir le texte.

Toutes ces études ont été réalisées en population générale, certaines sur des sondages appropriés de ménages, d'autres sur les sondages raisonnés, plus ou moins biaisés (marchés, familles de malades, etc.). Les trois premières études seront aussi utilisées pour l'étude de la mortalité (voir § 5). La plupart de ces études ont été conduites en milieu urbain, ou en milieu densément peuplé, certaines dans des camps de réfugiés (Dagahaley), quelques-unes en milieu mixte. Elles ne sont donc pas représentatives du milieu rural (plus de la moitié de la

population africaine), et encore moins du rural éparé. Ainsi, une des rares études qui distingue le milieu rural du milieu urbain, conduite en Zambie, montre une séroprévalence 3,6 fois plus faible en rural qu'en urbain [Mulenga *et al.* 2021].

Dans l'ensemble, ces études montrent, d'une part, la diffusion rapide du virus, plus rapide qu'en France pour la même durée depuis le début de l'épidémie, et d'autre part, la diversité des situations (Figure 2). En moyenne, quelques 30 % des populations étudiées auraient été infectées en 12 mois, avec des variations allant de 8 % dans le camp de réfugiés de Dagahaley, un site particulièrement isolé dans l'est du Kenya, à 56 % dans la ville de Bobo-Dioulasso au Burkina-Faso, ville qui est un nœud de communication important. Même dans une région isolée, très rurale, située en pleine forêt tropicale comme celle de Bomassa au Congo-Brazza, la séroprévalence atteint déjà 36 %, 14 mois après les premiers cas. Les différences entre enfants et adultes paraissent faibles : les enfants sont souvent un peu moins infectés que les adultes, mais ils le sont parfois plus, que ce soit dans les villes (Bobo-Dioulasso, Fianarantsoa, Koumassi) ou en milieu diversifié (Niger state, Bomassa). Il faut en outre noter que certaines études incluent tous les enfants de 1 an à 19 ans, alors que d'autres n'incluent que les 15-19 ans, ce qui rend impossible les comparaisons précises. Certaines études trouvent une plus forte séroprévalence dans certains groupes d'âge, d'autres trouvent le contraire, et aucun schéma par âge commun n'apparaît clairement. Enfin, pratiquement tous les auteurs notent que les différences entre les deux sexes sont négligeables. Les différences de séroprévalence entre hommes et femmes sont nulles, en moyenne, (rapport moyen de 1.0) et il faudrait des échantillons plus larges et mieux structurés pour établir de petites différences.

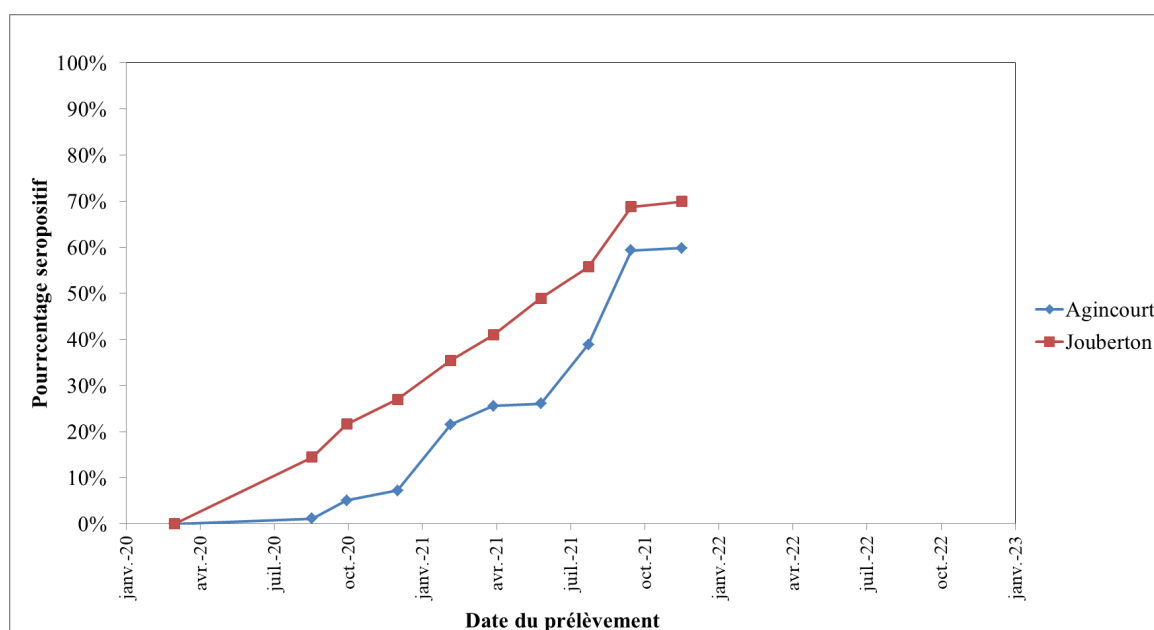
Figure 2 : Dynamiques d'épidémie dans les études de séroprévalence en Afrique, et comparaison avec l'Europe occidentale



4.2. Les cohortes PHIRST en Afrique du Sud

Des chercheurs de l'université du Witwatersrand suivent les maladies respiratoires dans deux cohortes : l'une en milieu rural, au sein du laboratoire de population d'Agincourt situé dans la province du Mpumalanga, l'autre en milieu urbain, dans la ville de Jouberton, située dans la province du North-West. La population suivie, de tous âges, était de 641 personnes en rural et de 570 personnes en urbain. Le suivi épidémiologique a été adapté au Covid-19 dès la mi-2020, et neuf mesures de séroprévalence prises entre juillet 2020 et novembre 2021 ont été publiées [Kleynhans *et al.* 2021, 2022]. Il s'agit donc d'un cas unique de suivi de cohorte, qui permet d'analyser précisément la dynamique de l'épidémie lors des 20 premiers mois, c'est-à-dire lors des trois premières vagues. Les résultats montrent une augmentation régulière et rapide de la séroprévalence, si bien qu'en novembre 2021, 60 % de la population rurale et 70 % de la population urbaine avait été infectée. Si l'épidémie a démarré un peu plus tard en rural, la progression est très similaire à celle de l'urbain (Figure 3). Comme cette période fut suivie de deux autres vagues, dues au variant Omicron, il est vraisemblable que quelque 90 % de la population ait été touchée par le virus à la fin de l'année 2022.

Figure 3 : Séroprévalence du SARS-CoV2, cohortes PHIRST, Afrique du Sud



5. Études de cas sur la mortalité du Covid-19 en Afrique

Cette section présente plusieurs études de cas qui donnent des indications sur la mortalité par Covid-19 en Afrique : au Kenya, au Soudan, au Congo-Kinshasa (RDC) et en Côte d'Ivoire. Elles ont été conduites par des équipes de MSF/Epicentre et suivent la même méthodologie d'enquête rétrospective : on demande les décès dans les ménages au cours

des mois précédents, et on compare la mortalité de la période avant l'épidémie à celle pendant l'épidémie. On présente aussi brièvement une étude en population générale conduite en Afrique du sud, basée sur une méthodologie très différente et qui fournit à la fois l'incidence et la mortalité par Covid-19.

5.1. Étude de cas au Kenya : le camp de Dagahaley

Une étude de la prévalence et de la mortalité par Covid-19 a été conduite au Kenya, dans le camp de réfugiés de Dagahaley [Gignoux *et al.* 2021]. Il s'agit d'un camp de réfugiés somaliens, fuyant la guerre civile, l'insécurité, la sécheresse et la famine dans leur pays. Dagahaley fait partie du complexe des trois camps de Dadaab, situés dans le centre-est du Kenya, près de la frontière somalienne, et qui regroupent quelque 220 000 réfugiés. Deux vagues principales de migrants sont arrivées dans ces camps, en 1991 et en 2011. Malgré un programme de rapatriement, la population des camps reste importante et continue d'augmenter. Ces camps sont gérés par l'Agence des Nations unies pour les réfugiés (UNHCR), et MSF fournit une aide technique en matière de santé à Dagahaley. Si tous les réfugiés sont en principe enregistrés à l'arrivée, l'enregistrement des naissances et des décès n'est pas complet. Deux études concernant le Covid-19 ont été conduites en 2021 : une étude de prévalence et une étude de mortalité.

L'étude de séroprévalence porte sur un échantillon raisonné, incluant le personnel de santé et leur famille, ainsi que des malades et leur famille. Elle a été conduite en mars 2021, soit 10 mois après le début de l'épidémie (mai 2020). Un test sanguin rapide a été utilisé pour mesurer les anticorps contre le SARS-Cov2 (IgG et IgM). Ces tests permettent de connaître la population infectée par le virus entre mai 2020 et mars 2021. Même si l'échantillon n'est pas parfaitement représentatif de la population du camp, l'étude fournit une indication importante sur l'infection. Au total 97 des 1206 prélèvements étaient positifs, soit 8,0 %. La prévalence était plus élevée chez les adultes de 20 ans et plus (10,2 %), assez stable selon l'âge, et plus faible chez les enfants de 0-19 ans (5,1 %), très faible chez les 0-4 ans (1,7 %) et augmentant rapidement avec l'âge pour atteindre un pic vers 20 ans. L'étude montrait peu de différence entre les deux sexes, ni entre les deux sources de recrutement. En bref, environ 10 % de la population adulte avait été infectée par le virus en 10 mois d'épidémie (Tableau 6). La valeur correspondante en France était de 6,3 % en population générale, tous âges confondus.

Tableau 6 : Séroprévalence du SARS-Cov2, Camp de Dagahaley, Kenya, mars 2021

Groupe d'âge	Négatif	Positif	Prévalence	Nombre de cas estimés
0-4	113	2	1,7 %	323
5-9	155	8	4,9 %	526
10-19	216	16	6,9 %	1791
20+	625	71	10,2 %	3370
Total	1109	97	8,0 %	6011

Source : Gignoux *et al.* 2021.

L'étude de mortalité est rétrospective ; elle visait à enregistrer les décès dans le camp depuis janvier 2019, soit 16 mois avant le début de l'épidémie (mai 2020) et 11 mois après le début de l'épidémie, l'enquête se terminant en mars 2021. Un total de 407 décès a été enregistré dans les 12 860 ménages enquêtés regroupant 88 793 personnes, dont 200 au cours de la première période et 207 au cours de la seconde période. L'analyse montre une augmentation de 42 % de la mortalité lors de la seconde période, qui est attribuée au Covid-19, soit 61 décès. Cette augmentation relative semble assez uniforme dans tous les groupes d'âge étudiés (enfants, jeunes adultes, personnes âgées), et approximativement la même pour les deux sexes (Tableau 7).

Tableau 7 : Mortalité avant et après le début de l'épidémie, Camp de Dagahaley, Kenya

Période	Début	Fin	Population moyenne	Personne-années	Décès enregistrés	Taux de mortalité
Pré-covid	01/01/2019	30/04/2020	78843	104980	200	0.0019
Epidémie	01/05/2020	22/03/2021	85973	76787	207	0.0027
Total				181766	407	

Source : Gignoux *et al.* 2021.

La mortalité trouvée à l'enquête rétrospective est vraisemblablement sous-estimée, car, selon les Nations unies, le taux brut de mortalité du Kenya est de 5,8 pour 1000 [Nations unies, WPP 2019]. Les auteurs de l'étude ont comparé le nombre de décès observés (407) et le nombre de décès attendus selon la structure par âge de la population du camp et la mortalité par âge du Kenya (1117) et ont conclu à une nette sous-estimation. L'enquête rétrospective n'aurait donc enregistré que 31 % des décès, ce qui est souvent le cas dans ce genre d'enquête rétrospective. Par contre, on n'observe pas de grande différence selon l'âge dans la sous-estimation (Tableau 8). Il faut toutefois noter que la population des camps de réfugiés est composée surtout de jeunes adultes et de leurs enfants, et contient peu de personnes âgées, ce qui biaise les taux bruts de mortalité.

Tableau 8 : Comparaison entre les décès observés à Dagahaley et les décès attendus d'après la mortalité moyenne au Kenya

Groupe d'âge	Observés	Attendus	Rapport A/O
0-4	119	352	2.96
5-19	32	111	3.48
20-34	41	125	3.05
35-49	35	120	3.44
50+	180	408	2.27
Total	407	1117	2.74

NB. Décès attendus d'après la structure par âge de la population du camp et la mortalité par âge au Kenya.

En supposant que l'augmentation de la mortalité notée à l'enquête soit réaliste, et que la sous-estimation de la mortalité soit correcte (approximativement $\times 3$), on aurait donc eu environ 177 décès par Covid-19 au cours des 10 premiers mois de l'épidémie, pour une population moyenne d'environ 83 000 personnes, et environ 5900 infections, soit un taux de létalité de 30 pour 1000, ce qui semble trop élevé compte tenu de la structure par âge (15,8 pour 1000 en France la première année). Il faut cependant noter que l'augmentation de la mortalité touche aussi les enfants, ce qui ne correspond ni à l'incidence faible dans ce groupe d'âge, ni à ce qui est connu de la mortalité par Covid-19. Mais il pourrait aussi s'agir d'une mortalité indirecte des jeunes enfants qui auraient pu perdre leurs parents du fait du Covid-19. Si on se restreint à la population adulte, on aurait eu 3762 cas et 81 décès, soit une létalité de 21 pour 1000 chez les 20 ans et plus, et une létalité de 75 pour 1000 chez les 50 ans et plus, qui sont des valeurs plus réalistes. En conclusion, la mortalité par Covid-19 pourrait avoir été assez forte au cours des premiers mois de l'épidémie dans le camp de Dagahaley, surtout si on tient compte du fait que la population y est très jeune, mais l'interprétation des données est sujette à caution. Un autre résultat de l'étude a été la baisse de la fréquentation des centres de santé du camp pendant la période du Covid-19. Cette baisse est troublante, et reste non-expliquée, mais elle montre l'incertitude des données recueillies dans des conditions difficiles.

5.2. Étude de cas au Soudan : la ville d'Omdurman

Une étude similaire à celle du Kenya a été conduite dans la ville d'Omdurman, un secteur important du grand Khartoum, la capitale du Soudan. Il s'agit d'une très grande ville, de 3,0 millions d'habitants, représentant approximativement la moitié de la métropole. L'étude a été conduite par une équipe de MSF/Epicentre et a aussi inclus une étude de séroprévalence et une étude rétrospective de la mortalité. L'étude de séroprévalence a été conduite en avril 2021, soit 14 mois après le début de l'épidémie, et a porté sur 3 190 personnes de tous âges. La séroprévalence estimée est de 34,3 %, plus faible chez l'enfant, et plus forte chez l'adulte (40,2 %). Les auteurs ont proposé de corriger ces valeurs brutes pour tenir compte de la sensibilité du test utilisé et de la baisse des anticorps avec le temps, et proposent une séroprévalence corrigée à 54,6 %, ce qui paraît considérable, à peine plus d'un an après les premiers cas (Tableau 9).

Tableau 9 : Séroprévalence du SARS-Cov2, Omdurman, Soudan, mars 2021

Groupe d'âge	Négatif	Positif	Prévalence
0–4	299	56	18,7 %
5–19	786	241	30,7 %
20+	1290	518	40,2 %
Total	2375	815	34,3 %

Source : Moser *et al.* 2022.

L'étude de mortalité a porté sur un sondage de 3161 ménages, chez lesquels on a demandé tous les décès depuis le 1^{er} janvier 2019, avec donc une partie avant et une autre après le début de l'épidémie. L'étude montre un niveau de mortalité (5,1 pour 1000) un peu plus faible que celui qui est attendu au Soudan (7,0 pour 1000). Cette différence pourrait indiquer une sous-estimation à l'enquête, mais pourrait aussi être due à une plus faible mortalité en milieu urbain. L'enquête montre une forte augmentation relative de la mortalité, de + 61 % tous âges confondus, plus forte chez les adultes (+ 68 %) que chez les enfants (+ 21 %). Cette augmentation correspond assez bien à ce que l'on pouvait attendre, tant en niveau qu'en différence entre enfants et adultes. Ainsi, on aurait eu dans la population étudiée 7 833 cas (dont 4 658 chez l'adulte) et 62 décès (59 chez l'adulte), soit un taux de létalité de 7,9 pour 1000 (12,6 chez l'adulte et 1,1 chez l'enfant). Comparé à la France, la létalité apparaît plus faible que lors de la première année (15,7 pour 1000 en 2022), ce qui peut s'expliquer aisément par la structure par âge beaucoup plus jeune de la population soudanaise (Tableau 10).

Tableau 10 : Mortalité avant et après le début de l'épidémie, Omdurman, Soudan, avril 2021

Période	Début	Fin	Personne-années	Décès enregistrés	Taux de mortalité
Pré-Covid	01/01/2019	29/02/2020	31805	126	0.0040
Epidémie	01/03/2020	10/04/2021	30308	193	0.0064
Total			62114	319	0.0051

Source : Moser *et al.* 2022.

5.3. Étude de cas au Congo-Kinshasa (RD) : la ville de Lubumbashi

Une étude similaire portant sur la séroprévalence et la mortalité a été conduite dans deux villes africaines : Lubumbashi au Congo-Kinshasa (RDC) et à Abidjan, en Côte d'Ivoire. L'enquête de Lubumbashi a porté sur un échantillon de 3 506 ménages et 19 694 individus, dont un cinquième a participé à l'étude de séroprévalence. Elle trouve une séroprévalence de 15,7 % en avril-mai 2021, soit 12 mois après les premiers cas. L'étude de mortalité montre une forte augmentation de la mortalité lors de la période épidémique (+ 109 %). Mais, d'une part, la période de référence est très courte, avec un nombre très faible de décès (17) , d'autre part, les taux de mortalité y sont anormalement bas, approximativement la moitié de ce qui est attendu en RDC (6,55 pour 1000) et, enfin, la mortalité pendant la période épidémique n'est pas supérieure à ce qui était attendu. Si on admettait que l'augmentation de mortalité était causée par le Covid-19, cela donnerait 69 décès pour quelque 3 100 cas, soit une létalité de 22,3 pour 1000, ce qui semble anormalement élevé (Tableau 11).

Tableau 11 : Mortalité avant et après le début de l'épidémie, Lubumbashi, Congo, avril-mai 2021

Période	Début	Fin	Personne-années	Décès enregistrés	Taux de mortalité
Pré-Covid	01/01/2020	12/04/2020	5504	17	0,0031
Epidémie	13/04/2020	30/04/2021	20611	133	0,0065
Total				150	0,0057

Source : Recalculé, d'après Simons *et al.* 2022.

5.4. Étude de cas en Côte d'Ivoire : la ville d'Abidjan

L'étude d'Abidjan portait sur un échantillon de 3 180 ménages et 15 454 individus, dont environ un dixième a participé à l'étude de séroprévalence (N = 1 471). L'enquête de séroprévalence est conduite en deux temps et trouve une séroprévalence de 17,4 % en juillet 2021, soit 16 mois après les premiers cas, et 38,8 % en novembre 2021, juste après la troisième vague. L'étude de mortalité suggère une augmentation de 54 % de la mortalité lors de la période épidémique, mais les différences avec la période pré-épidémique ne sont pas statistiquement significatives, du fait du petit nombre de décès enregistrés. De plus, les mortalités sont anormalement basses, soit en moyenne 20 % des valeurs attendues d'après les estimations des Nations unies pour le pays (9,1 pour 1000). Si on admettait que l'augmentation de mortalité était causée par le Covid-19, cela donnerait 19 décès pour quelques 6 000 cas, soit une létalité de 3,2 pour 1000, ce qui semble faible (Tableau 12).

Tableau 12 : Mortalité avant et après le début de l'épidémie, Abidjan Côte d'Ivoire, juillet-novembre 2021

Période	Début	Fin	Personne-années	Décès enregistrés	Taux de mortalité
Pré-Covid	01/01/2019	12/04/2020	19773	29	0.0015
Epidémie	13/04/2020	30/10/2021	23943	54	0.0023
Total				83	0.0019

Source : Recalculé, d'après Simons *et al.* 2022.

5.5. Étude de cas au Gauteng, Afrique du Sud

Une étude un peu différente a été conduite en Afrique du Sud, dans la province du Gauteng, la province la plus peuplée et la plus densément peuplée du pays [Mutevezi *et al.* 2022]. L'étude a consisté à comparer une enquête de séroprévalence en population générale avec les données des décès de l'état civil, considéré être quasi complet chez les adultes et à la couverture élevée chez l'enfant [Garenne *et al.* 2016]. L'étude de séroprévalence a été réalisée entre novembre 2020 et janvier 2021, sur un sondage de 3 453 ménages, choisis aléatoirement dans l'ensemble de la province. Elle a porté sur 4 475 personnes, dont 78 % d'adultes. Elle donne une séroprévalence de 19,1 %, avec peu de différences selon l'âge (19,5 % chez l'adulte, 17,4 % chez l'enfant (Tableau 13).

Tableau 13 : Séroprévalence dans la province du Gauteng, Afrique du Sud, décembre 2020

	Nb d'échantillons	Nb positifs	Séroprévalence
Enfants	1178	205	17,4 %
Adultes	4369	853	19,5 %
Ensemble	5547	1058	19,1 %

Source : Mutevezi *et al.* 2022.

L'étude de mortalité a comparé l'enregistrement des décès attribués au Covid-19 (décès certifiés) avec l'augmentation de la mortalité en population générale (d'après l'état civil). Pour l'ensemble de la province du Gauteng, qui compte 15,9 millions d'habitants, les statistiques sanitaires rapportent 330 336 cas et 8 198 décès par Covid-19. L'augmentation de la mortalité générale est de 21 582 décès, soit environ 17 % de plus que l'année précédente, et 3,2 fois plus que les statistiques officielles de décès attribués au Covid-19. En appliquant la séroprévalence trouvée à l'enquête, on aurait eu 2,897 millions de cas dans les 10 premiers mois de l'épidémie. La létalité serait donc de 7,4 décès pour 1000 cas, et la mortalité générale de 1357 pour 1 million de personnes, valeurs qui paraissent vraisemblables. Comparé à la France (15,7 pour 1000), la létalité serait plus faible, ce qui peut s'expliquer par la structure par âge plus jeune de la population. En revanche, l'incidence cumulée serait beaucoup plus forte (6,3 % en France), ce qui pourrait s'expliquer par des mesures de contrôle moins draconiennes, et par la forte densité de population de la province. L'incidence plus forte pourrait donc expliquer la mortalité plus forte en population générale.

5.6. Mortalité en Afrique du Sud (niveau national)

En Afrique du Sud, la déclaration des décès à l'état-civil est quasi complète chez l'adulte, et la certification des causes de décès est considérée satisfaisante. Le pays publie donc des statistiques de décès attribuables au Covid-19. Ces données ont été analysées en détail par des chercheurs de l'université de Cape-Town (UCT) et du Medical Research Council (MRC) : ils ont comparé les décès déclarés avec l'augmentation de la mortalité lors des pics de l'épidémie. Ainsi, pour l'année 2020, on estimait que le nombre de décès déclarés dus au Covid-19 ne représentait qu'un tiers de l'augmentation de la mortalité [Dorrington *et al.* 2021]. Une étude plus récente portant sur les années 2020-2021 donne la même sous-estimation, qui est pratiquement identique à celle de l'étude du Gauteng. Les études conduites en Afrique du Sud, très précises, montrent en outre que les mesures de confinement ont induit une baisse de mortalité pour des causes liées à l'alcoolisme et aux morts violentes. L'impact démographique net reste modéré, avec une augmentation du taux brut de mortalité de 1,22 pour 1000, soit approximativement 70 000 décès en plus des 485 000 attendus (+ 14 %), pour l'essentiel due à l'augmentation chez les 60 ans et plus, mais aucune augmentation de mortalité chez les enfants et adolescents ; l'impact net sur l'espérance de vie reste aussi modéré, de l'ordre d'une année, pratiquement comme en Europe [Bradshaw *et al.* 2022 ; Dorrington *et al.* 2021, 2022 ; Moultrie *et al.* 2022].

5.7. Le cas de l'Île Maurice

Un autre cas intéressant et bien documenté est celui de l'Île Maurice. Certes, il s'agit d'une île, donc facilement isolable et contrôlable, mais qui a un intérêt majeur : celui d'avoir un état-civil complet depuis au moins 1900. Le virus a fait très tôt son apparition à l'Île Maurice, ce qui a entraîné une politique drastique d'isolement de l'île et de confinement des habitants [Chan & Lan 2020]. Cette politique s'est traduite par très peu de cas et très peu de décès en 2020. Mais elle fut relaxée les années suivantes et, en 2021-2022, l'île a connu une forte incidence et une forte mortalité, avec 4 vagues successives à partir de juillet 2021. Si l'on compare la mortalité des années 2021-2022 à la mortalité des années 2019-2020, on trouve un excès de 4 520 décès, soit une augmentation de 20,3 % de la mortalité. Ce chiffre est nettement supérieur à celui qui est déclaré à l'OMS (1 030 décès pour 290 808 cas), soit 4,4 fois plus. Pourtant, l'Île Maurice est un pays à faible mortalité (espérance de vie estimée à 75,1 ans en 2019) et jouit d'une bonne infrastructure sanitaire. Il faut cependant remarquer que le taux de létalité reste faible (3,5 pour 1000 selon les données officielles), mais que, corrigé de la sous-estimation (15,5 pour 1000), il est supérieur à celui observé en France pour la même période. Si l'île a été présentée comme un modèle de prévention en 2020, elle a manifestement payé un prix élevé au Covid-19 en 2021-2022. (Tableau 14)

Tableau 14 : Caractéristique de la morbidité et de la mortalité par Covid-19 à l'Île Maurice

	Période		Différence
	2019-2020	2021-2022	
Population (million)	1,265	1,263	
Décès (total)	22 234	26 754	+4520
Cas déclarés (Covid-19)	527	290 808	
Décès déclarés (Covid-19)	10	1030	

Source : OMS et Statistiques de l'Île Maurice

5.8. Synthèse sur les études de mortalité du Covid-19 en Afrique

Le tableau suivant récapitule les études disponibles en décembre 2022 en Afrique, et la comparaison avec la France, lors de la première année de l'épidémie (Tableau 15). Malgré toutes les réserves qu'il faudrait faire pour les études africaines, on observe une certaine cohérence dans les chiffres présentés. Les quatre études africaines rétrospectives montrent toutes une augmentation de la mortalité lors de la période épidémique. Les valeurs de prévalence varient de 6,3 % à 38,8 %, ce qui peut se comprendre par les différences dans les dynamiques d'épidémie et de durée d'observation. Les valeurs de mortalité semblent du même ordre de grandeur (0,7 à 3,3 pour 1000) et grosso modo cohérentes avec l'incidence. Les valeurs de létalité ainsi que les augmentations relatives sont plus difficiles à expliquer, mais restent peu fiables du fait des petits échantillons, de la faiblesse des méthodologies, et des différences de structure par âge. En particulier, les augmentations de mortalité dans les enquêtes rétrospectives semblent exagérées si on les compare aux données françaises et sud-africaines. De plus, cette comparaison mériterait d'être faite par grands groupes d'âge, distinguant au moins les enfants, les jeunes adultes, et les personnes âgées.

Tableau 15 : Données sur la mortalité par Covid-19 au début de l'épidémie, études africaines et comparaison avec la France

Population	Durée du suivi	Prévalence pour 100	Mortalité par million	Létalité pour 1000	Augmentation de mortalité
Kenya, Dagahaley	10 mois	8,0 %	716	10,1	+40 %
Soudan, Omdurman	14 mois	34,3 %	2211	7,1	+61 %
Congo, Lubumbashi	24 mois	15,7 %	3364	22,3	+150 %
Cote d'Ivoire, Abidjan	30 mois	38,8 %	789	3,2	+50 %(ns)
Afrique du Sud, Gauteng	12 mois	19,1 %	1222	7,4	+17 %
France, (national)	10 mois	6,3 %	982	15,6	+11 %

NB. Les études africaines sont décrites dans le texte. Valeur de l'incidence corrigée en France pour les six premiers mois. (ns) Non significatif.

Les enquêtes rétrospectives, basées sur les décès des mois précédents déclarés par les familles, sont souvent déficientes pour diverses raisons. Si on compare les taux de mortalité observés à l'enquête avec les taux de mortalité estimés par les Nations unies (WPP-2019), on trouve une tendance générale à la sous-estimation. Si on peut s'attendre à ce que la mortalité dans les villes ou dans les camps de réfugiés ne soit pas identique à la moyenne nationale, deux études semblent particulièrement déficientes : celle de Dagahaley et celle d'Abidjan. Les deux autres études (Omdurman et Lubumbashi) pourraient être considérées comme réalistes, mais ne montrent pas la moindre surmortalité générale, même pendant la période d'épidémie. (Tableau 16).

Tableau 16 : Qualité des données sur la mortalité par Covid-19 dans les enquêtes rétrospectives de mortalité

Pays / Étude	Nombre de décès observés	Taux de mortalité observé	Taux de mortalité attendu	Rapport observé / attendu
Kenya, Dagahaley	407	2.24	5.35	0.42
Soudan, Omdurman	319	5.14	7.05	0.73
Congo (RDC), Lubumbashi	150	5.74	6.55	0.88
Cote d'Ivoire, Abidjan	83	1.90	9.71	0.20

NB : Taux pour 1000 personne-année. Taux de mortalité attendu dans le pays en 2020. Source : Nations unies (WPP-2019).

6. L'épidémie dans deux pays du Sahel : Burkina-Faso et Niger

Cette section présente le peu que l'on sait de l'épidémie de SARS-CoV-2 dans deux pays du Sahel à faible revenu, et qui font l'objet d'attention particulière de la part des agences de développement : le Burkina-Faso et le Niger. Les deux pays déclarent très peu de cas et de décès compte tenu de la taille de leur population, ce qui est dû avant tout à un défaut d'enregistrement des cas et à une faible couverture des tests. En outre, il est possible que d'autres facteurs aient joué un rôle : un isolement relatif d'une partie de la population en milieu rural et moins de connexions avec les pays du Nord que d'autres pays plus développés ou plus touristiques, sans parler des événements récents dus à la guérilla islamiste qui frappe lourdement les deux pays.

6.1. Caractéristiques des deux pays (2020)

Le tableau 17 résume les principales caractéristiques des deux pays. Ils sont de tailles comparables (20,9 et 24,2 millions d'habitants). Le Burkina est plus densément peuplé, car le Niger est plus étendu et très désertique. Cependant, une partie importante de la population du Niger est concentrée au sud, dans la vallée du fleuve Niger, où les densités de population sont importantes. Le Burkina est aussi plus urbanisé (30,6 % vs 16,6 %), quoique moins que la moyenne africaine. L'espérance de vie est la même dans les deux pays (62 ans), et elle a fortement augmenté depuis l'indépendance du fait de la forte baisse de la mortalité infanto-juvénile (l'espérance de vie était d'environ 35 ans en 1960). On connaît très mal la mortalité adulte, aucune table de mortalité fiable n'étant disponible. Les deux pays ont très peu de médecins (38 fois moins qu'en France au Burkina et 71 fois moins au Niger), et peu de lits d'hôpitaux (6,6 fois moins qu'en France au Burkina et 15,2 fois moins au Niger). Les deux pays sont particulièrement pauvres, surtout le Niger, avec des PIB per capita de 2156 \$ et 1221 \$ respectivement (contre 42 313 \$ en France). Enfin, les deux pays sont fortement affectés par les guérillas islamistes et par de nombreux conflits intercommunautaires entre pasteurs et agriculteurs, et ont d'importantes populations de réfugiés et déplacés (1,4 et 0,7 millions de personnes respectivement).

Tableau 17 : Caractéristiques de deux pays Sahéliens : le Burkina-Faso et le Niger (2020)

	Burkina	Niger
Population (million)	20,9	24,2
Densité hab./km ²	76,4	19,1
Urbanisation (%)	30,6	16,6
Espérance de vie (années)	62,0	62,8
Habitants / médecins	11765	22222
Lits d'hôpitaux / 100.000	90	39
Réfugiés et déplacés (million)	1,4	0,7
PIB/capita (USD)	2156	1221

Source : Données démographiques : Nations unies, Division de la Population ; sanitaires : OMS ; économiques : Banque Mondiale ; réfugiés et déplacés : UNHCR.

6.2. Covid-19 au Burkina-Faso

Le Burkina-Faso déclare très peu de cas et de décès par Covid-19 (Tableau 18). Si on admet que 45 % de la population devrait être infectée à la fin de 2022 (d'après les enquêtes de séroprévalence), il faudrait multiplier le nombre de cas par 460, et les décès en proportion. On peut cependant noter une plus faible incidence en 2022 (contrairement à la France), qui suggère une dynamique différente, avec plus de cas la première année (si les mesures d'évitement avaient été insuffisantes) et moins la troisième année (par saturation). La létalité ne représente probablement guère que les cas hospitalisés, mais elle reste cohérente avec d'autres pays.

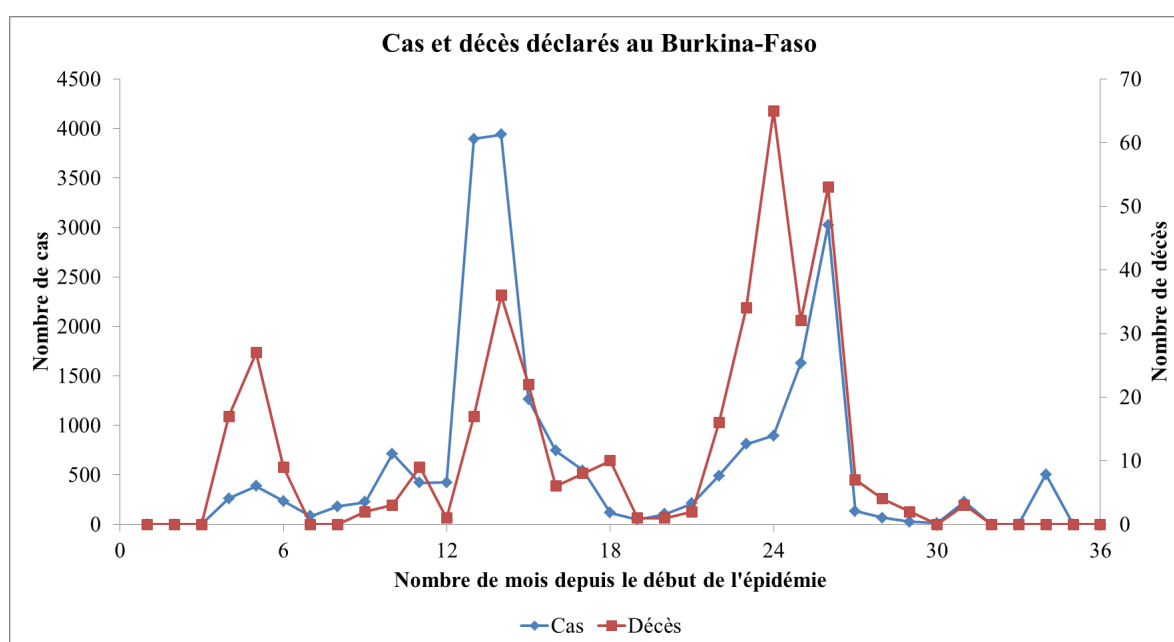
Tableau 18 : Cas et décès déclarés au Burkina-Faso

Année	2020	2021	2022	Total
Cas déclarés	6 828	10 804	3 999	21 631
Décès déclarés	85	233	69	387
Létalité / 1000	12.4	21.6	17.3	17.9
Incidence / 100	0.33	0.50	0.18	0.34

Source : OMS 2022.

La dynamique par période révèle trois pics d'incidence et de mortalité, comme dans de nombreux pays voisins, qui est donc différente de celle notée en France (neuf vagues) ou même en Afrique du Sud (cinq vagues), ce qui montre une épidémiologie différente (Figure 4).

Figure 4 : Cas et décès déclarés au Burkina Faso, janvier 2020 à novembre 2022



6.3. Covid-19 au Niger

Le cas du Niger est assez similaire à celui de son voisin de l'Ouest : très peu de cas et de décès déclarés compte tenu de la population. En considérant que 45 % de la population pourrait avoir été infectée à la fin 2022 (d'après les enquêtes de séroprévalence), il faudrait multiplier le nombre de cas par 1 241. On note, comme au Burkina-Faso, moins de cas et de décès en 2022 qu'en 2021, ainsi qu'une baisse de la létalité (Tableau 19).

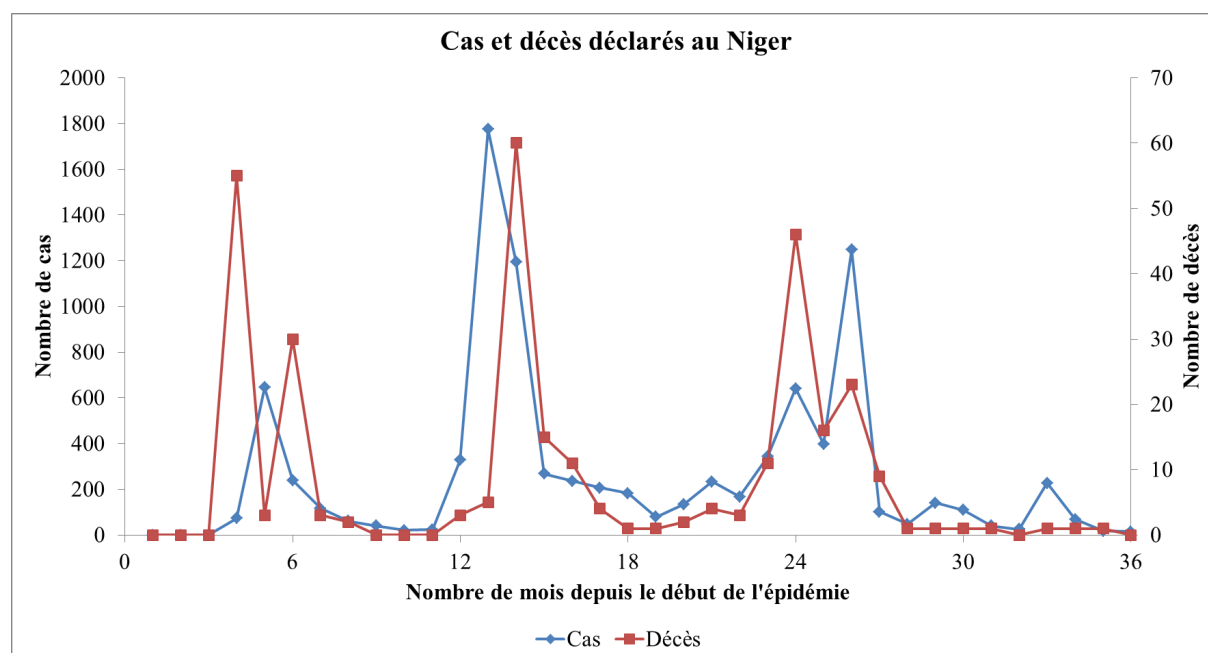
Tableau 19 : Cas et décès déclarés au Niger

Année	2020	2021	2022	Total
Cas déclarés	3 323	4 082	2 052	9 457
Décès déclarés	101	174	39	314
Létalité / 1000	30.4	42.6	19.0	33.2
Incidence / 1000	0.14	0.16	0.08	0.13

Source : OMS 2022

La notification des cas et des décès fait apparaître trois pics épidémiques, assez similaires à ceux du Burkina-Faso, et pratiquement à la même période (Figure 5).

Figure 5 : Cas et décès déclarés au Niger



7. Mortalité infanto-juvénile et Covid-19

7.1. Mortalité infanto-juvénile dans les enquêtes démographiques

Cette section analyse deux enquêtes démographiques très récentes qui fournissent des données sur la mortalité infanto-juvénile (entre la naissance et le cinquième anniversaire) en 2020-2021. Elle vise à répondre à la question de savoir si la récession associée à l'épidémie de Covid-19, en causant des dysfonctionnements du système de santé et des pertes de revenu, a induit une augmentation de la mortalité infanto-juvénile. En effet, les séries historiques africaines montrent une corrélation entre baisse du PIB par tête et hausse de la mortalité infanto-juvénile [Feindouno *et al.* 2023].

Les grandes enquêtes démographiques par sondage, comme celles du programme DHS (*Demographic and Health Surveys*) et du programme MICS (*Multiple Indicator Cluster Surveys*), sont conduites dans de nombreux pays en développement et sont la principale source de données sur la mortalité infanto-juvénile dans les pays africains, qui ont un état-civil très incomplet. Ce sont ces données qui sont utilisées par les agences internationales pour les statistiques sur la mortalité des enfants, et souvent même sur la mortalité adulte en appliquant des modèles. Mais ces enquêtes sont conduites au mieux une fois tous les cinq ans, et souvent à de plus longs intervalles. D'autre part, entre le moment de l'enquête de terrain, la publication des résultats et la mise à la disposition des données, il se passe en général plus d'un an, et souvent plus encore. Pour la période 2020-2022, il faudra donc attendre les années 2024-2025 pour commencer à avoir un nombre conséquent d'enquêtes couvrant la période du Covid-19, et probablement 2029-2030 pour avoir tous les pays cibles.

Deux enquêtes africaines sont sorties fin 2022 avec des données de mortalité infanto-juvénile pour la période 2020-2021 : l'enquête DHS conduite à Madagascar en 2021 [INSTAT & ICF 2022] et l'enquête MICS conduite au Nigeria en 2021 [NBS & UNICEF 2022]. Ces deux enquêtes permettent non seulement une analyse des tendances de la mortalité pendant les 18 premiers mois de l'épidémie, mais aussi une analyse plus longue des relations entre PIB par tête et mortalité des jeunes enfants depuis 1990. Ces enquêtes permettent aussi d'analyser séparément le milieu urbain et le milieu rural, qui ont pu être impactés différemment par la crise du Covid. Pour mieux illustrer le propos, on donne une perspective internationale en faisant une comparaison avec l'Arménie, pays qui a subi des crises économiques répétées depuis 1990, comme les deux pays africains.

Les données de PIB par tête sont celles de la Banque Mondiale, exprimées en dollars internationaux de 2017 et en parité de pouvoir d'achat [WDI 2022]. Les données de mortalité infanto-juvénile sont celles produites par les histoires de maternités des enquêtes démographiques. Les méthodes de calcul des taux de mortalité sont expliquées dans d'autres documents [Garenne & Gakusi 2004, 2006 ; Garenne 2016]. Une attention particulière est portée aux différences entre les milieux urbain et rural, qui ont des dynamiques de mortalité souvent différentes, et qui ont pu être impactés différemment par la crise du Covid.

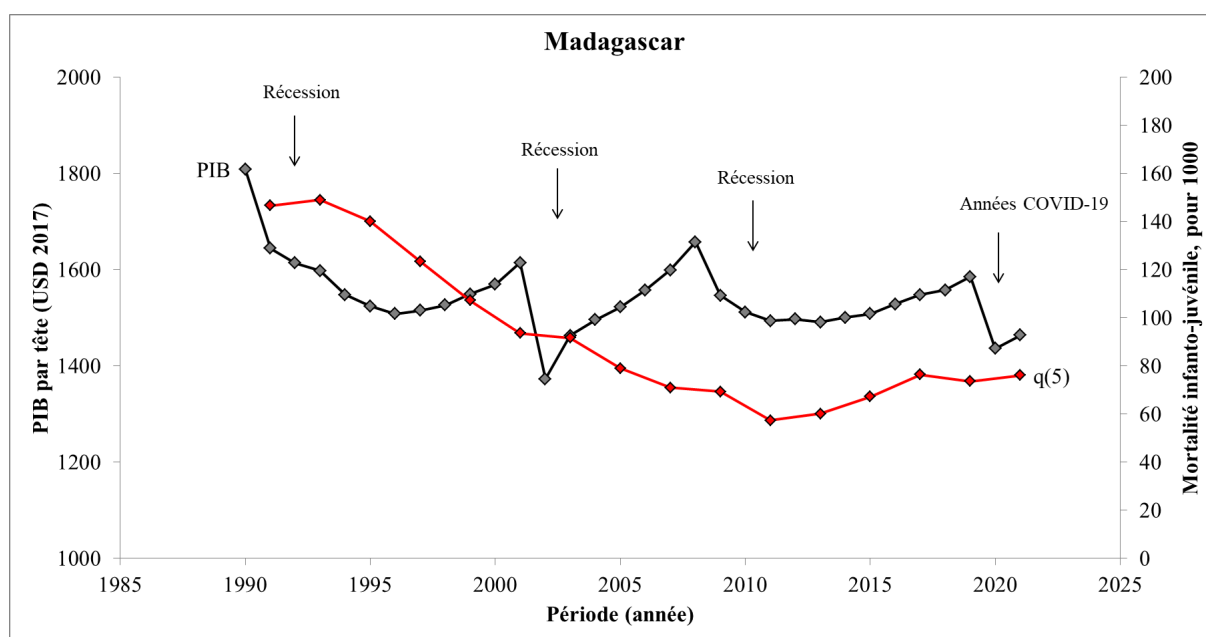
7.2. Madagascar, DHS 2021

L'enquête DHS à Madagascar a été conduite entre mars et juillet 2021, et fournit donc les données de mortalité infanto-juvénile pour les 15 premiers mois de l'épidémie [INSTAT & ICF, 2022]. Elle vient en complément des enquêtes démographiques conduites en 1992, 1997, 2003 et 2008, qui permettent de reconstruire les tendances de la mortalité depuis 1990. L'enquête de 2021 portait sur un échantillon représentatif de 20 510 ménages, 47 720 naissances et 3 430 décès de moins de 5 ans.

Madagascar a connu une situation économique particulièrement difficile et complexe depuis l'indépendance, surtout depuis la soi-disant révolution Malagasy (1975-1985), qui a ruiné l'économie et dont le pays ne s'est jamais remis. Le PIB par tête est resté particulièrement bas (< 2000 USD) depuis cette période, avec des hauts et des bas [WDI 2022]. Depuis 1990, le pays a connu quatre phases de récession : en 1991-1995, en 2001, en 2008-2010 et lors de l'épidémie de Covid-19 en 2020-2021 (Figure 6).

Le niveau de mortalité infanto-juvénile est plutôt favorable compte tenu de la situation économique catastrophique, mais reste élevé dans une perspective internationale. Les tendances de la mortalité sont elles aussi complexes et ne sont pas nécessairement liées à celles du PIB par tête. Même si on note de petits accidents de parcours, la mortalité a continué à baisser lors des trois premières récessions et, de manière surprenante, a augmenté entre 2011 et 2018, alors que la croissance économique était repartie à la hausse. Lors des années Covid (2020-21), on note une stagnation de la mortalité, mais pas d'augmentation significative, alors que le PIB par tête, en 2020-2021, chute de 7,7 % par rapport à 2018-2019 (Figure 6).

Figure 6 : Tendances de la mortalité infanto-juvénile et du PIB par tête, Madagascar 1990-2021



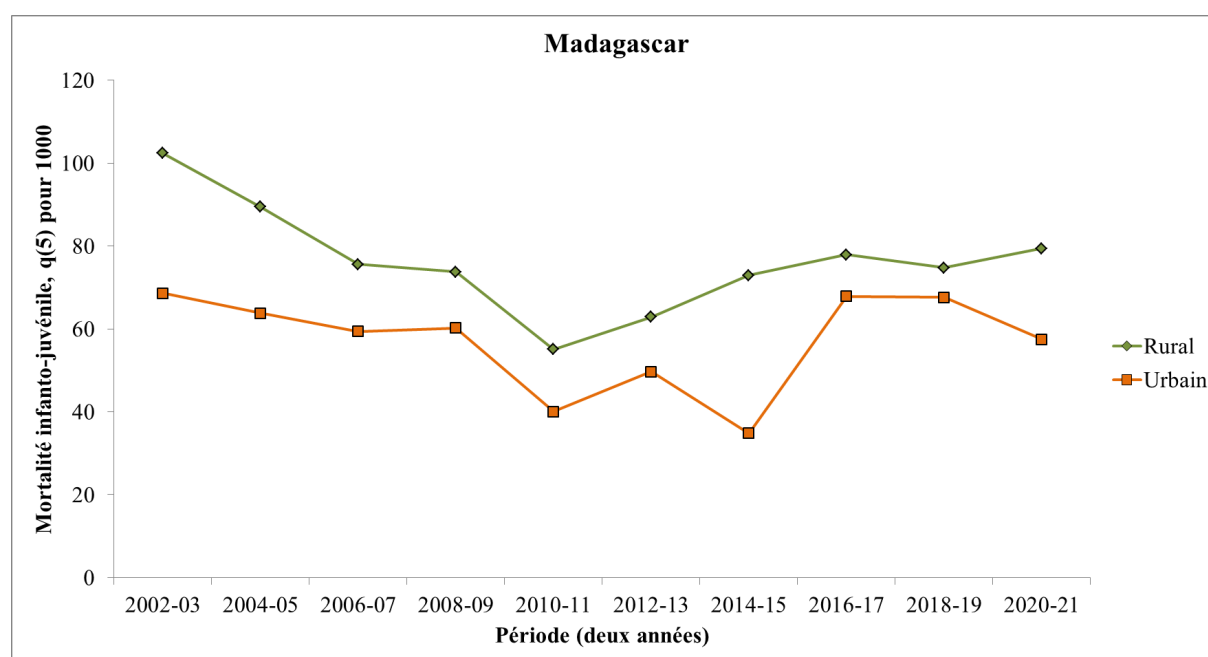
Si on analyse les tendances de la mortalité infanto-juvénile par milieu de résidence, on observe la même stagnation en rural en 2020-2021, et même plutôt une légère baisse en urbain, mais qui n'est pas statistiquement significative ($P = 0.48$). En conclusion, dans le cas de Madagascar, on n'observe pas d'augmentation de mortalité infanto-juvénile lors des années Covid (Tableau 20 ; Figure 7).

Tableau 20 : Tendances de la mortalité infanto-juvénile, Madagascar, Enquête DHS-2021

Période	Total		Urbain		Rural	
	Mortalité	Nb décès	Mortalité	Nb décès	Mortalité	Nb décès
2005-09	75.0	628	61.8	86	77.7	542
2010-14	55.7	562	41.5	63	58.3	499
2015-19	76.4	895	62.7	113	78.9	782
2020-21	76.1	261	57.5	30	79.4	231
RR 2020-21 / tendance	0.87 (ns)		0.68 (ns)		0.90 (ns)	

NB : Source : Histoire des maternités ; Mortalité : q(5), pour 1000 naissances.

Figure 7 : Tendances de la mortalité infanto-juvénile à Madagascar selon le milieu de résidence (enquête DHS 2021)



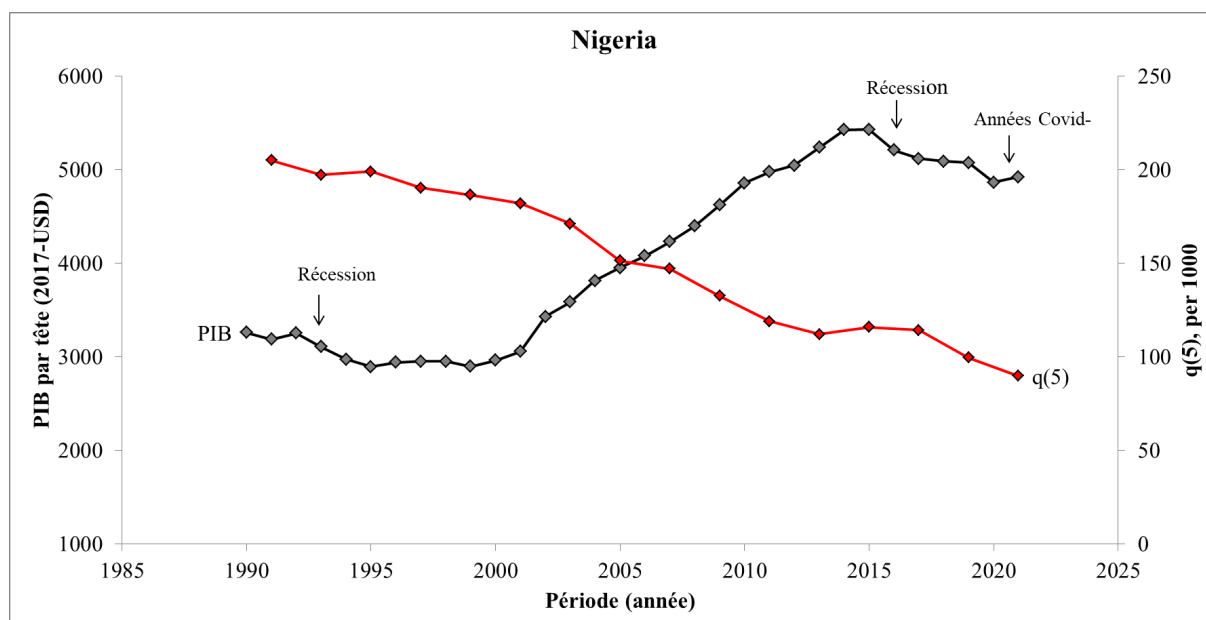
7.3. Nigéria : MICS 2021

L'enquête MICS, au Nigéria, a été conduite entre septembre et décembre 2021, et fournit donc les données de mortalité infanto-juvénile au cours des 20 premiers mois de l'épidémie [NBS & UNICEF 2022]. Elle vient en complément des enquêtes démographiques conduites en 1990, 2003, 2009, 2013 et 2018, qui permettent de reconstruire les tendances de la mortalité depuis 1990. L'enquête de 2021 portait sur un échantillon représentatif de 41 532 ménages, 105 018 naissances et 9 526 décès de moins de 5 ans.

Le Nigéria a connu de fortes fluctuations du PIB par tête, depuis 1990, avec une période de petite récession ou de longue stagnation (1990-2000), suivie par une période d'expansion de 2000 à 2014, puis d'une période de récession (2015-2019). Les années Covid se situent plutôt dans la tendance précédente et ne montrent qu'une petite baisse du revenu entre 2018-2019 et 2020-2021 (– 3,7 %).

Comme à Madagascar, les relations entre le PIB par tête et la mortalité infanto-juvénile sont complexes. Pendant la période de stagnation (1990-2000), la mortalité a continué à baisser, et a continué de le faire par la suite un peu plus rapidement, pendant la période d'expansion. Si le début de la récession des années 2015-2019 est marqué par une stagnation de la mortalité, celle-ci fut de courte durée. La baisse a repris après 2017 et a continué, même pendant les années Covid (Figure 8).

Figure 8 : Tendances de la mortalité infanto-juvénile et du PIB par tête, Nigeria 1990-2021



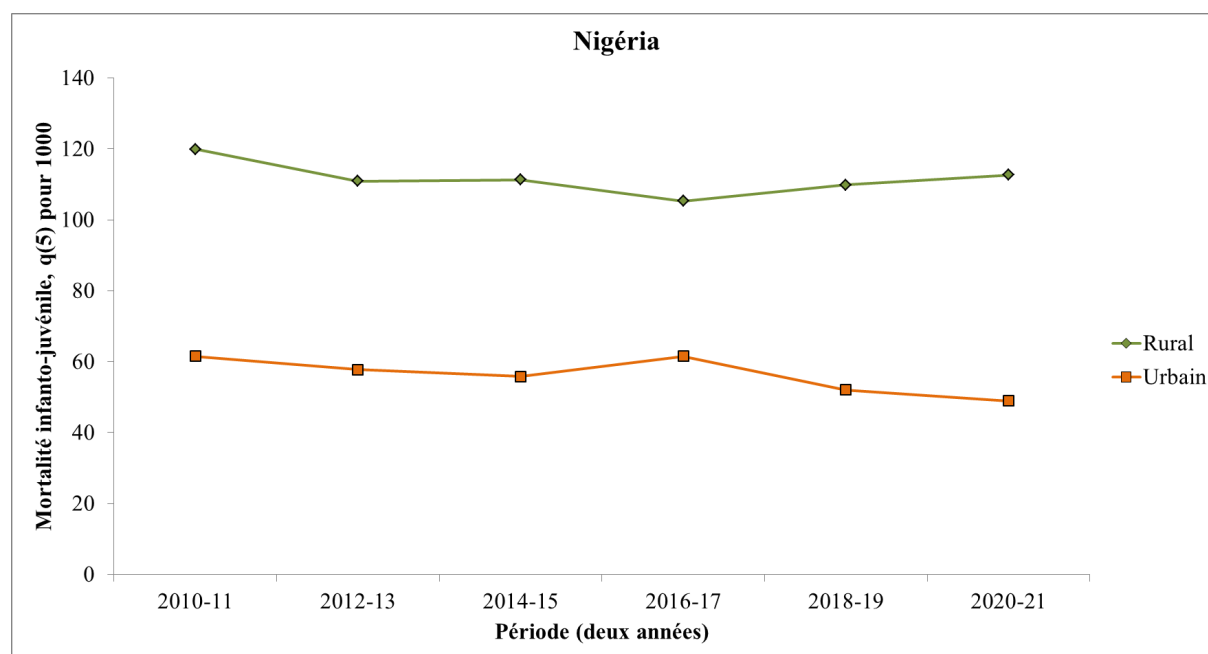
Si on analyse les tendances de la mortalité infanto-juvénile par milieu de résidence, on observe une stagnation en rural en 2020-2021 et, par rapport à 2018-2019, plutôt une légère baisse en urbain, mais qui n'est pas statistiquement significative ($P = 0,57$). Dans ce cas encore, on n'observe pas d'augmentation de mortalité infanto-juvénile lors des années Covid (Tableau 21 ; Figure 9).

Tableau 21 : Tendances de la mortalité infanto-juvénile, Nigéria, enquête MICS-2021

Période	Total		Urbain		Rural	
	Mortalité	Nb décès	Mortalité	Nb décès	Mortalité	Nb décès
2005-09	107.8	1820	68.2	456	133.3	1364
2010-14	92.7	2103	59.7	530	113.6	1573
2015-19	89.1	2388	55.7	555	108.9	1833
2020-21	89.8	820	49.0	160	112.7	661
RR 2020-21 / 2018-19	1.01 (ns)		0.94 (ns)		1.03 (ns)	

NB : Source : Histoire des maternités ; Mortalité : q(5), pour 1000 naissances.

Figure 9 : Tendances de la mortalité infanto-juvénile au Nigéria selon le milieu de résidence (enquête MICS 2021)



7.4. Perspective internationale : l'Arménie 1990-2021

Depuis son indépendance de l'ancienne Union soviétique (septembre 1991), l'Arménie a connu trois crises économiques, selon les données de la Banque Mondiale [WDI 2023]. La première a suivi la fin de l'URSS, et s'est traduite par une chute rapide du PIB par tête, passant de 5 153 \$ en 1990 à 2 485 \$ en 1993, soit une perte de plus de la moitié en trois ans. À la suite de cette crise, le PIB par tête a recommencé à croître assez rapidement entre 1993 et 2008 (10 202 \$). Puis le pays a subi une seconde crise en 2008, conséquence de la crise mondiale, qui s'est traduite par une chute soudaine du PIB par tête (8 820 \$ en 2009), et qui fut suivie d'une récupération rapide. La croissance a été de nouveau cassée en 2020, en partie du fait de la crise du Covid-19, mais aussi du fait de la seconde guerre du Haut-Karabakh (octobre 2020). Le PIB par tête a chuté de 14 318 \$ en 2019 (année plutôt favorable) à 13 358 \$ en 2020, avant de récupérer l'année suivante (14 193 \$) (Figure 10). La crise économique associée au Covid-19 a donc été de faible ampleur et de courte durée – et sans baisse notable, si on la calcule sur une période des deux ans.

L'Arménie est un des pays de la zone Europe (au sens large) qui a été le plus touché par le Covid-19. Selon les chiffres officiels déclarés à l'OMS, et rapportés à la population (3,0 millions d'habitants en 2020), l'Arménie a eu 45 % plus de décès par Covid-19 que la France, et 28 % de plus que la Russie en 2020-2021, mais très peu chez les enfants de moins de cinq ans.

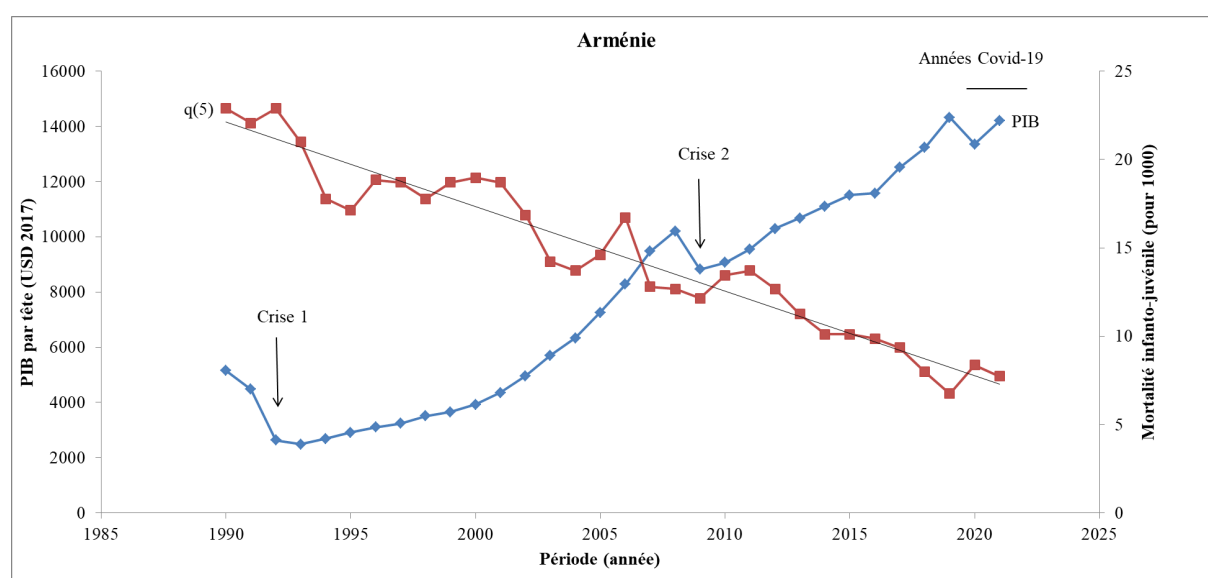
Malgré tous ces événements négatifs, la mortalité infanto-juvénile a continué sa baisse tendancielle passant de 22,9 pour 1000 en 1990 à 7,7 pour 1000 en 2021 (chiffres de l'état civil d'Arménie). Il faut noter que la mortalité des enfants arméniens est considérablement plus faible que celle observée à Madagascar ou au Nigéria. On ne note pas d'augmentation de la mortalité infanto-juvénile lors des trois crises. Lors de la première crise, le quotient de mortalité des moins de 5 ans passe de 22,5 pour 1000 en 1990-1991 à 21,9 pour 1000 en 1992-1993. Lors de la seconde crise, il passe de 12,7 pour 1000 en 2007-2008 à 12,4 pour 1000 en 2009-2010. Enfin, lors de la crise du Covid-19, il passe de 7,4 pour 1000 en 2018-2019 à 8,0 pour 1000 en 2020-2021. Si la mortalité est supérieure en 2020 à celle de 2019, c'est surtout parce que le nombre de décès de 2019 est anormalement faible (271 contre 317 en 2018 et 299 en 2020), et, de toute façon, il s'agit d'un nombre peu important de décès. D'après les données provisoires de 2022, la baisse semble s'être poursuivie l'année suivante. Il faut par ailleurs noter que, si le nombre de décès de tous âges confondus était beaucoup plus important en 2020 qu'en 2019, la différence était due à la mortalité de guerre chez les jeunes adultes (18-49 ans), et à la mortalité par Covid-19 chez les personnes âgées. Mais cette crise n'a pas touché les jeunes enfants (Tableau 22).

Tableau 22 : Comparaison des indicateurs pendant les deux années de crise avec les deux années précédentes, Arménie 1990-2021

	Période	PIB par tête (USD 2017)	Mortalité infanto-juvénile (/1000)	Différence
Référence 1	1990-91	4813	22.5	
Crise 1	1992-93	2560	21.9	
	RR	0.532	0.976	NS
Référence 2	2007-08	9839	12.7	
Crise 2	2009-10	9511	12.4	
	RR	0.967	0.975	NS
Référence 3	2018-19	13774	7.4	
Années Covid	2020-21	13775	8.0	
	RR	1.00	1.09	NS (P= 0.29)

NB : Différence non significative (NS) entre les deux périodes, $P < 0.05$.

Figure 10 : Tendances du PIB par tête et de la mortalité infanto-juvénile, Arménie 1990-2011



8. Comparaisons internationales

Pour donner une idée des énormes différences dans les déclarations de cas et de décès, cette section résume brièvement les données déclarées à l'OMS classées par continent. Puis on présentera la comparaison entre l'Afrique du Sud et la France.

8.1. Incidences comparées (cas déclarés)

L'incidence cumulée fin 2022 montre de grandes différences (Tableau 23). En Europe et en Océanie, on aurait au moins 29 % à 30 % de personnes infectées (on trouve plus en Europe occidentale), alors que l'on trouve seulement 17,6 % en Amérique et seulement 4,1 % en Asie et 0,9 % en Afrique. Ceci donne une mesure du sous-enregistrement des cas, d'autant plus fort que l'incidence cumulée dans les pays africains ayant fait l'objet d'une étude de séroprévalence indiquait au contraire une diffusion plus rapide du virus qu'en Europe. Par contre, l'Afrique semble le seul continent où l'incidence serait plus faible en 2022 qu'au cours des années précédentes. Ce fait ne peut pas être exclu d'emblée, car si l'incidence a été plus forte au cours des deux premières années, l'épidémie aurait saturé plus rapidement la population, et le nombre de susceptibles serait plus réduit, du fait de l'immunité de groupe.

De plus, même en Afrique, on note des différences entre les pays, et ceux qui déclarent le moins de cas par rapport à leur population sont les pays du Sahel (Niger, Burkina-Faso, Tchad, Mali, Soudan, Sud-Soudan, Somalie), certains pays côtiers d'Afrique de l'Ouest (Sierra-Leone, Liberia, Nigeria), ainsi que la Tanzanie et le Congo-Kinshasa (RDC). Par contre, d'autres déclarent beaucoup mieux leurs cas, comme c'est le cas des îles (Réunion, Mayotte, Sao-Tome & Principe) et des pays d'Afrique australe (Afrique du Sud, Namibie, Botswana, Lesotho, Eswatini (ex-Swaziland), Zambie, Zimbabwe), ainsi que le Gabon, qui sont des pays nettement plus avancés économiquement et du point de vue sanitaire.

Tableau 23 : Incidence calculée d'après les cas déclarés à l'OMS

Continent	Incidence annuelle (pour 1000)			Incidence cumulée (% infectés)	Facteur de correction
	2020	2021	2022		
Afrique	2,07	5,19	2,17	0,9 %	32,5
Amérique	35,34	66,48	75,64	17,6 %	1,7
Asie	4,31	13,41	23,31	4,1 %	7,3
Europe	29,61	79,99	180,69	29,0 %	1,0
Océanie	1,30	12,09	287,15	30,0 %	1,0

NB : Incidence annuelle = cas déclarés / population ; Incidence cumulée = cas cumulés fin 2022 / population ; Facteur de correction : calculé en supposant 30 % de la population infectée fin 2022.

8.2. Létalité comparée (cas déclarés)

On peut considérer que, dans les pays développés, la déclaration des décès est quasi-exhaustive, et que les causes de décès sont fiables. Il faut noter cependant que l'on peut avoir un écart de 1 à 3 pour l'attribution des causes dans certains pays comme l'Afrique du Sud [Dorrington *et al.* 2022] ou la Russie [Dyer 2021]. Par contre, l'enregistrement des décès et des causes est très déficient dans de nombreux pays africains et asiatiques.

En revanche, la létalité (décès déclarés/cas déclarés) est nettement plus homogène entre les continents, probablement parce que beaucoup de ces cas déclarés sont passés par l'hôpital. De fait, la létalité déclarée en 2020 est similaire dans les cinq continents, variant seulement de 16,6 % à 26,6 % (Tableau 24). Plus surprenante est la baisse de la létalité déclarée avec le temps ; dans tous les continents, elle baisse fortement entre 2020 et 2022, même en Afrique, mais surtout en Europe, Asie et Océanie. La question de savoir quelle proportion de cette baisse est due aux variants moins virulents et celle due aux vaccins reste ouverte.

Tableau 24 : Létalité calculée d'après les cas déclarés à l'OMS

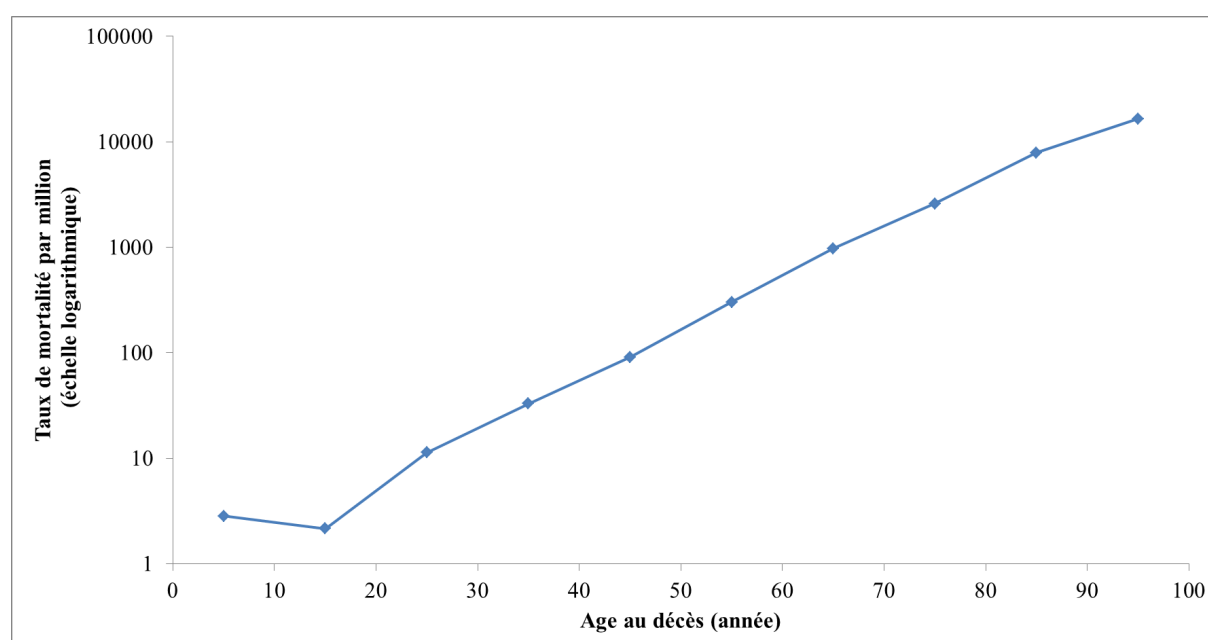
Continent	Létalité déclarée (décès/cas), pour 1000			Total	Ratio 2022/2020
	2020	2021	2022		
Afrique	23,7	22,9	9,5	19,9	0,40
Amérique	26,6	21,3	5,8	15,7	0,22
Asie	16,6	14,3	2,2	7,6	0,13
Europe	23,5	15,0	2,8	8,3	0,12
Océanie	21,4	6,9	1,3	1,6	0,06

Source : OMS 2022.

8.3. Schéma par âge de la mortalité

Le schéma par âge de la mortalité par Covid-19 est très marqué, en baisse chez l'enfant et en hausse rapide à partir de l'âge à la puberté, suivant une relation quasi Log-linéaire chez l'adulte, classique des maladies respiratoires (pneumonie, bronchite, grippe) [Preston 1976]. L'augmentation est très rapide puisque les taux sont multipliés par 10 toutes les 22 années d'âge à partir de 20 ans (Figure 11). En conséquence, la mortalité est fortement concentrée aux âges élevés, ce qui a un fort impact sur la mortalité générale (tous âges confondus).

Figure 11 : Schéma par âge de la mortalité par Covid-19 : France, mars 2020 – avril 2022 (échelle logarithmique)



Source : INSEE (2022).

Les populations des pays africains ont des structures par âge très différentes de celles de la France : l'âge moyen de la population est de 42,1 ans en France, contre 22,2 ans au Burkina-Faso et 20,6 ans au Niger. La proportion de personnes de 80 ans et plus, le groupe d'âge où la mortalité est la plus forte, est 25 fois plus grande en France que dans les deux pays du Sahel [WPP-2019]. L'impact de la structure par âge sur la mortalité générale est donc énorme (Tableau 25). Ainsi, à mortalité égale, si on applique les taux de mortalité par âge de la France aux structures par âge des pays sahéliens, les taux bruts de mortalité sont divisés par 10 au Sahel (102 par million, au lieu de 1001 en France), et par 4 en Afrique du Sud. Il faut donc tenir compte de cet élément dans les comparaisons entre pays.

Tableau 25 : Taux standardisé de mortalité par Covid-19, en fonction de la structure par âge

Groupe d'âge (années)	Taux de mortalité (par million)	Structure par âge (pour 1000)			
		France	Afrique du Sud	Niger	Burkina-Faso
0-9	3	113.6	192.2	360.3	311.0
10-19	2	125.1	179.4	244.5	240.6
20-29	11	112.5	175.0	154.9	168.4
30-39	33	122.5	164.1	93.9	116.4
40-49	91	127.3	117.8	62.7	76.8
50-59	303	130.8	83.0	42.6	47.2
60-69	974	118.7	55.0	26.5	26.0
70-79	2584	88.3	25.0	12.2	11.2
80-89	7885	47.7	7.6	2.3	2.3
90+	16572	13.5	0.9	0.1	0.1
Total		1000	1000	1000	1000
Taux standardisé (par million)		1000.9	236.5	102.2	102.6

Sources : taux de mortalité : Santé Publique France ; structure par âge France : INSEE ; structure par âge Afrique du Sud, Niger et Burkina : Nations unies (WPP-2019).

8.3. Différences par sexe

En France, on note une surmortalité masculine par Covid-19, surtout chez l'adulte, là encore typique des maladies respiratoires. Le rapport de masculinité de la mortalité par Covid-19 est de 1,15 chez l'enfant, de 1,50 chez l'adulte, avec un pic de 2,31 chez les 60-79 ans (2,31). Les données sont trop imprécises dans les pays africains pour pouvoir faire des comparaisons. Les rares données disponibles, en Afrique du Sud vont dans le même sens [Dorrington *et al.* 2022].

8.4. Quelle pourrait être la mortalité du Covid-19 au Sahel ?

La mortalité par Covid-19 dépend de l'incidence, du niveau de base de la mortalité (susceptibilité des personnes), de la structure par âge de la population, de la prise en charge hospitalière et peut-être de la vaccination. On ne connaît pas précisément les schémas par âge de la mortalité adulte au Sahel, car ils sont dérivés de la mortalité des jeunes enfants et de schémas standards (table-type de mortalité), ou de la mortalité estimée à partir des proportions d'orphelins, notoirement imprécise. Si on part des estimations des Nations unies (WPP-2019), la mortalité par âge chez les 40 ans et plus au Sahel serait approximativement 3 fois celle de la France. Si on fait l'hypothèse que la mortalité par Covid-19 est proportionnelle à la mortalité générale chez l'adulte, la mortalité par Covid-19 (tous âges confondus) serait de $3/10 = 30\%$ de celle de la France. Si on fait l'hypothèse de 60 % de personnes infectées à la fin de 2022 au Sahel (comme en France), la létalité serait 30 % de celle de la France tous âges confondus (1,2 pour 1000 vs 4,0 pour 1000), et l'augmentation de la mortalité générale (tous âges confondus) serait de 3,2 % (contre 8,5 % en France). Ces hypothèses suggèrent que l'impact sur la mortalité générale ainsi que sur l'espérance de vie, serait relativement faible au Sahel. Mais la marge d'erreurs possibles reste considérable, et il sera très difficile de trancher sans données précises sur les décès par âge et leurs causes.

8.5. Comparaison avec les estimations de IHME

L'IHME (*Institute for Health Metrics Evaluation*) a produit une série d'estimations au 14/11/2021 des cas et des décès pour la plupart des pays du monde, et même à un niveau régional pour certains grands pays [Covid-19 collaborators 2022a, 2022b, 2022c]. La procédure d'estimation est particulièrement complexe et difficile à suivre au cas par cas. Même si les résultats semblent souvent plausibles, certains résultats peuvent être remis en question. Le tableau 26 présente les données pour les quatre pays étudiés ici.

Tableau 26 : Cas et décès estimés par l'IHME, et comparaison avec les données déclarées à l'OMS (cumulés au 14/11/2021)

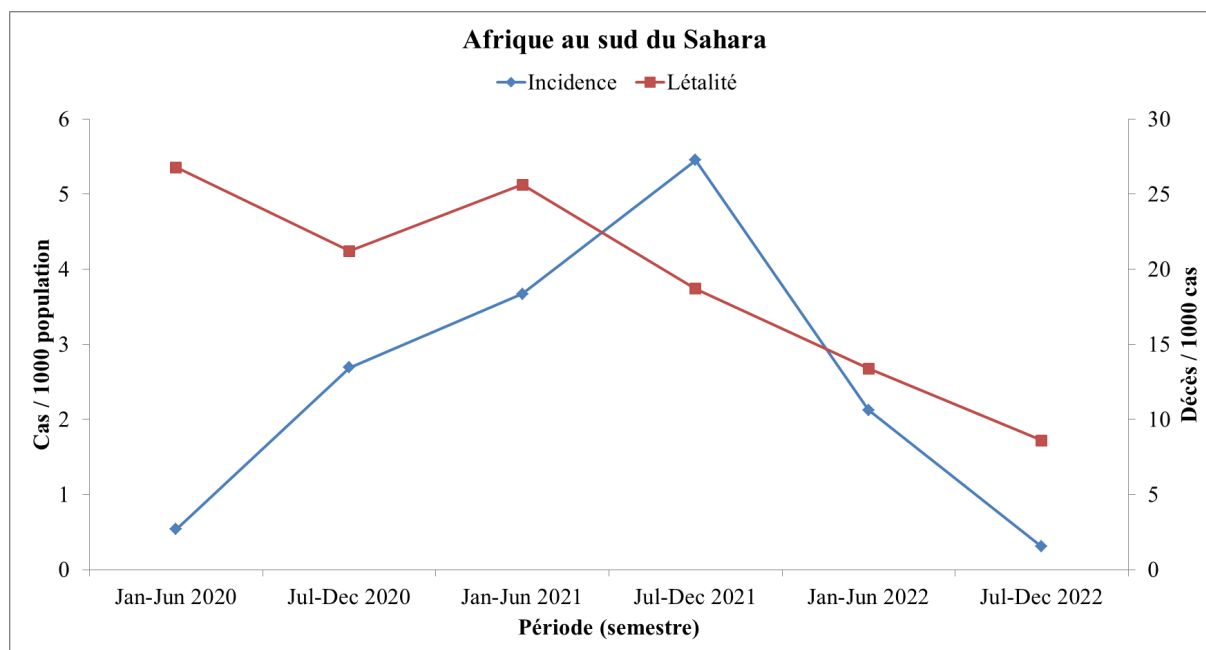
Pays	Base de données de l'OMS		Estimations IHME	
	Cas	Décès	Cas	Décès
France	7.061.121	115.707	15.800.000	136.000
Afrique du Sud	2.925.939	89.484	38.600.000	257.000
Burkina-Faso	15.281	234	17.100.000	14.400
Niger	6.669	231	12.600.000	12.900

Pour la France, le nombre de décès estimés semble un peu surestimé, et le nombre de cas aussi. Pour l'Afrique du Sud, les cas et les décès estimés sont proches des valeurs corrigées par le groupe du Cap. Pour le Burkina et le Niger, il est difficile d'accepter des taux de létalité considérablement inférieurs (7 à 8 fois) à ceux de l'Afrique du Sud, même si la structure par âge est plus favorable. Ici encore, la marge d'incertitude reste grande.

8.6. Tendances à long terme de la mortalité du Covid-19 en Afrique

Les données déclarées à l'OMS (cas et décès) montrent une dynamique très forte. Pour l'ensemble des pays d'Afrique sub-saharienne continentale, hormis les îles qui ont des dynamiques différentes, l'incidence a fortement augmenté pendant deux ans, avant de fortement diminuer au cours de la troisième année, tant et si bien que l'incidence au cours du dernier semestre (juillet-décembre 2022) avait atteint un niveau très bas. De plus, la létalité, qui était forte au cours des 18 premiers mois, n'a cessé de baisser par la suite, atteignant le tiers de son niveau initial. On peut donc a priori être optimiste sur l'avenir de l'épidémie au cours des prochains mois, surtout en ce qui concerne la mortalité, sauf si l'apparition de nouveaux variants change la donne (Figure 12).

Figure 12 : Dynamique de l'épidémie en Afrique sub-saharienne (cas et décès déclarés à l'OMS)



8.7. Comparaison de la mortalité par Covid-19 en France et en Afrique du Sud

La comparaison de la mortalité par Covid-19 en France et en Afrique du Sud au cours des trois premières années (2020-2022) permet de mieux cerner le problème. Tout d'abord, la dynamique de l'épidémie apparaît différente. En France, on note 9 vagues entre janvier 2020 et décembre 2022, les quatre premières étant de faible amplitude, la cinquième très forte, les deux suivantes moyennes, et les deux dernières à nouveau faibles. Manifestement, les mesures draconiennes mises en place entre mars 2020 et novembre 2021 ont eu un effet majeur sur la transmission, et leur relâchement a permis la très forte cinquième vague. Au total, quelque 38 millions de cas ont été déclarés à l'OMS, auxquels il faut ajouter environ 2 millions de cas non déclarés avant juin 2020 lorsque les tests de diagnostic n'étaient pas encore disponibles. On peut donc estimer qu'approximativement 60 % de la population française a été infectée au cours des trois années. En Afrique du Sud, la transmission a été plus intense et plus régulière : cinq vagues, bien espacées d'environ 6 mois, plus régulières, qui fait que les deux-tiers de la population ont été infectés en deux ans, et probablement 90 % à la fin 2022. Le nombre de cas déclarés (4,0 millions) est donc manifestement très sous-estimé. Les niveaux de séroprévalence observés en novembre 2021 indiquent qu'il y aurait eu 13,4 fois plus de cas, soit quelque 54 millions (Tableau 27).

La France a déclaré 158 378 décès à l'OMS, et Santé publique France rapporte 162 042 décès par Covid-19 au 01/01/2023, chiffre qui peut être considéré comme exhaustif. L'Afrique du Sud a déclaré 102 428 décès à l'OMS et on estime que trois fois plus se sont produits. Ceci donne des taux de mortalité de 0,82 et 1,73 pour 1000, et des taux de létalité comparables de 4,12 et 5,43 pour 1000. Les différences de taux de létalité sont surprenantes du fait de la différence des structures par âge de la population, qui est 4 fois plus favorable en Afrique du Sud (voir Tableau 27, ci-dessous). Selon ces estimations, il semblerait que la létalité (à âge égal) ait été nettement plus forte en Afrique du Sud, peut-être du fait d'une moins bonne prise en charge des cas graves et du fait des cofacteurs, en particulier le VIH/sida et la tuberculose. Mais il faudrait des analyses plus fines par sexe, âge, cofacteurs et cause de décès pour pouvoir trancher.

Tableau 27 : Estimations des principaux paramètres en France et en Afrique du Sud (données brutes et corrigées)

	France		Afrique du Sud	
	Déclarés	Estimés	Déclarés	Estimés
Population (millions)	66,0		60,0	
Cas de Covid-19	38.226.681	~ 40.000.000	4.048.580	~ 54.000.000
Décès par Covid-19	158.378	162 042	102.568	~ 307.000
% infectés au 1/1/2023		~60 %		~90 %
Taux de mortalité / 1000		0.82		1.73
Létalité /1000		4.12		5.67

NB. Cas et décès déclarés à l'OMS au 01/01/2023. Estimations : voir texte.

9. Discussion

Le but de cette étude était d'essayer de s'y retrouver dans la jungle des chiffres publiés concernant l'épidémiologie et la démographie du Covid-19 en Afrique, et tout particulièrement dans les pays francophones du Sahel. Il est bien clair que les marges d'erreurs concernant ces chiffres sont considérables, et ne se comptent pas en pourcent, comme pour les grands indicateurs démographiques, mais en log-10, c'est-à-dire qu'il faudrait multiplier certains chiffres par 10, d'autres par 100, voire par 1000.

Malgré ces grandes incertitudes sur les valeurs précises des indicateurs, un certain nombre de conclusions peuvent être tirées. Tout d'abord, que le virus a envahi les populations africaines à grande vitesse dès les premiers mois, plus rapidement qu'en Europe, au moins pour ce qui concerne les villes et les zones densément peuplées. Par contre, on connaît mal la situation dans les zones rurales reculées et peu connectées au reste du monde, mais il ne peut pas être exclu qu'elles aient été aussi touchées sévèrement. Plusieurs raisons peuvent expliquer la différence entre l'Afrique et l'Europe, mais la principale semble être que les mesures de contrôle de l'épidémie ont été bien plus drastiques en Europe, notamment les confinements et les gestes barrières. Il semble donc que l'épidémie se soit répandue moins rapidement en Europe de ce fait, et qu'en Afrique la diffusion ait été plus naturelle, un peu à la manière de la diffusion de la grippe espagnole en 1918-1920. Une conséquence inattendue serait que l'incidence, lors de la troisième année (2022), ait été plus faible en Afrique qu'ailleurs, mais il conviendrait de confirmer cette impression fondée sur les données déclarées par des études de séroprévalence bien calibrées.

Une autre observation d'importance est la relative cohérence des données de létalité (décès/cas), qui semblent évoluer dans une fourchette assez réduite, qu'il s'agisse des données hospitalières (déclarées) ou des données estimées et corrigées en population générale. Mais là encore, il s'agirait de préciser les données, et notamment de pouvoir travailler par âge, et de pouvoir tenir compte du variant viral circulant et de la vaccination. On est encore très loin d'avoir ce type d'information pour les pays africains.

En ce qui concerne la mortalité, aucune étude en population générale africaine ne semble montrer de fortes surmortalités. Si certaines études indiquent une augmentation de la mortalité pendant les premiers mois de l'épidémie, statistiquement significative, elles sont basées sur de petits échantillons, sur une méthode de collecte des données connue pour avoir des défaillances, et, malgré leur imprécision, ne montrent pas de mortalité anormalement élevée par rapport à ce qui attendu dans le pays. Ce point est rassurant, et, en termes de mortalité, l'épidémie de SARS-CoV-2 ne se compare pas avec les grandes épidémies comme celles causées par le VIH/sida, le paludisme ou la tuberculose.

Le peu de données disponibles révèle la complexité des épidémies : les incidences et létalité peuvent varier beaucoup d'une situation à l'autre. Il est vraisemblable que la situation soit différente dans les grandes villes, dans les petites villes, en rural dense, en rural

dispersé, dans les zones isolées, ainsi que dans les camps de réfugiés et déplacés, si nombreux en Afrique.

Si les différences d'incidence, la première année, semblent considérables, variant de moins de 10 % à plus de 50 %, il est vraisemblable que l'incidence cumulée au bout de trois ans soit plus régulière, et touche vraisemblablement plus de la moitié de la population, comme ailleurs dans le monde.

La mortalité du Covid-19 en Afrique reste la grande inconnue, et les rares données disponibles présentées dans cette étude ne permettent pas de se faire une idée précise. D'abord, la mortalité adulte, hors Covid-19, reste très mal connue, et les estimations disponibles proviennent essentiellement d'extrapolations indirectes à partir de la mortalité des jeunes enfants, ou de celle des parents (méthode des orphelins). Quant aux causes de décès, elles sont notoirement imprécises, même dans des pays plus avancés comme l'Afrique du Sud. Par contre, il est possible que l'on en sache plus à l'avenir, quand les données des laboratoires de population (*Demographic Surveillance Systems*) deviendront disponibles, car elles recueillent systématiquement les décès par sexe, âge et période et estiment les causes de décès par autopsie verbale.

En comparaison avec les populations européennes, les populations africaines ont à la fois des atouts et des handicaps. Pour ce qui concerne les handicaps, elles souffrent d'une mortalité sous-jacente plus élevée, d'un niveau de santé plus faible, de moins de soins médicaux, et d'une plus forte incidence au cours des deux premières années, quand la létalité semblait la plus forte. Pour ce qui concerne les atouts, elles jouissent d'une structure par âge très favorable, dont l'impact semble avoir été sous-estimé jusqu'ici, et probablement d'une plus faible incidence lors de la troisième année, du fait de la saturation de l'épidémie. Enfin, de grosses épidémies peuvent avoir un effet moisson : ainsi, l'épidémie de grippe espagnole de 1918-1920 a induit une très forte mortalité chez les jeunes adultes qui souffraient de pathologies sous-jacentes, mais s'est traduit par la suite par une mortalité plus faible par effet de sélection [Noymer & Garenne 2000]. Le Covid-19 aura-t-il un effet similaire ? ou, au contraire, ses effets induits seront-ils négligeables ou négatifs ? La question méritera d'être étudiée.

L'impact des vaccins reste aussi à étudier – en Afrique comme en Europe, d'ailleurs. Si la proportion de vaccinés reste apparemment faible sur le continent africain, et très inférieure à celle de l'Europe, on ne sait pas qui est vacciné, et encore moins si ces vaccinations ont eu un impact. La question est aussi ouverte en Europe car, pour avoir une réponse claire, il faut travailler sur la létalité en fonction du variant, de l'âge, du sexe, et des divers cofacteurs, ce qui est rarement fait.

L'évolution au cours des trois années (2020-2022) semble plutôt favorable, en Afrique, pour l'incidence et la létalité, comme en Europe pour la létalité (mais pas pour l'incidence). Quelle en sera l'évolution, dans les années qui viennent, reste à étudier. Pour ce qui concerne l'Afrique, des études systématiques de séroprévalence et de mortalité, sur de grands

échantillons représentatifs seraient la seule manière de mieux connaître l'étendue du problème sanitaire.

La qualité des données sur les causes de décès, pour évaluer l'impact sur la mortalité générale, peut toujours être questionnée. Si elle ne pose pas de problème en France, comme dans la plupart des pays européens, elle est souvent mise en question ailleurs. Ainsi, en Afrique du Sud, les données corrigées donnent environ trois fois plus de décès par Covid que n'en sont déclarés à l'OMS [Bradshaw *et al.* 2021, 2022 ; Dorrington *et al.* 2021 ; Moultrie *et al.* 2021]. Il en va de même en Russie, et dans de nombreux autres pays [IHME : COVID-19 Excess Mortality Collaborators 2022].

L'impact sur la mortalité des jeunes enfants semble négligeable. Toutefois, la qualité des données sur la mortalité infanto-juvénile peut aussi être remise en question, même si une estimation erronée du niveau n'empêche pas une estimation correcte des tendances. Dans le cas de Madagascar, les données de l'enquête DHS de 2021 sont cohérentes avec celles des enquêtes précédentes, et paraissent donc fiables. Ainsi, pour la période 2000-2004, où les enquêtes de 2008 et de 2021 se recoupent, les estimations du niveau sont équivalentes (91 et 92 pour 1000 respectivement), et les tendances sont les mêmes. Par contre, dans le cas du Nigéria, les données de l'enquête MICS de 2021 donnent un niveau nettement inférieur à celui de l'enquête DHS de 2018. Ainsi, pour la période 2000-2009, l'enquête de 2018 donne un niveau moyen de 146 pour 1000 contre seulement 114 pour 1000 à l'enquête de 2021. Pour la période 2010-2017, la différence est du même ordre de grandeur (131 vs 91 pour 1000). Par contre, les tendances de la mortalité aux enquêtes de 2013, 2018 et 2021 sont compatibles pour les périodes comparables. Le Nigéria est connu pour ses incohérences entre les enquêtes démographiques, et tout particulièrement pour celle de 1999, mais les tendances générales restent fiables et cohérentes d'une enquête à l'autre. Enfin, même le cas de l'Arménie peut être remis en question. Ainsi, les enquêtes démographiques de 2000 et 2005 donnent des niveaux supérieurs à ceux observés à l'état-civil, comme cela avait déjà été noté [Duthé *et al.* 2010]. Mais les enquêtes de 2010 et 2015 donnent des niveaux inférieurs, même si les tendances sont toujours à la baisse. Malgré ces incertitudes, on peut cependant conclure que la crise du Covid-19 ne semble pas avoir engendré de surmortalité notable chez les enfants de moins de cinq ans dans les trois pays étudiés.

Conclusion

En conclusion, dans les pays africains étudiés, l'augmentation de mortalité générale sur trois ans semble avoir été modérée, certes supérieure aux fluctuations annuelles, mais sans crise majeure. Cette augmentation ne semble pas liée aux variations du PIB par tête. Cependant, il ne peut pas être exclu que des petits effets indirects se soient manifestés, mais les données précises manquent pour le prouver. Dans les deux pays africains pour lesquels on dispose de données sur la mortalité infanto-juvénile, comme dans le pays témoin, on n'observe pas d'augmentation des décès de moins de cinq ans lors des deux premières années de la période Covid (2020-2021), quelles que soient les tendances du PIB par tête.

Remerciements

L'auteur tient à remercier M. Etienne Gignoux pour avoir communiqué des publications clé sur les études de MSF/EpiCentre, M. Jacky Mathonnat pour d'utiles commentaires sur la première version du texte, et les relecteurs anonymes pour de nombreux commentaires.

Références

Bibliographie

Abdella S., Riou S., Tessema M., Assefa A., Seifu A., Blachman A., Abera A., Moreno N., Irarrazaval F., Tollera G., Browning D., Tasew G. (2021) « Prevalence of SARS-CoV-2 in urban and rural Ethiopia: Randomized household serosurveys reveal level of spread during the first wave of the pandemic », *EClinicalMedicine*, vol. 35 (issue 100880). DOI : 10.1016/j.eclinm.2021.100880.

Aburto J. M., Schöley J., Kashnitsky I., Zhang L., Rahal C., Missov T. I., Mills M. C., Dowd J. B., Kashyap R. (2021) « Quantifying impacts of the COVID-19 pandemic through life-expectancy losses: a population-level study of 29 countries », *International Journal of Epidemiology*, 2021, pp. 1-12. DOI : 10.1093/ije/dyab207.

Alemu B. N., Addissie A., Mamo G., Deyessa N., Abebe T., Abagero A., Ayele W., Abebe W., Haile T., Argaw R., Amogne W., Belachew A., Desalegn Z., Teka B., Kantelhardt E., Wossen M., Abdella A., Tollera G., Tadesse L. (2020) « Sero-prevalence of anti-SARS-CoV-2 Antibodies in Addis Ababa, Ethiopia », *BioRxiv* (preprint). DOI : <https://doi.org/10.1101/2020.10.13.337287>

Anderson R. M., May R. M. (1991) *Infectious Diseases of Humans: Dynamics and Control*, Oxford University Press, 757 p.

Bradshaw D., Dorrington R. E., Laubscher R., Moultrie T. A., Groenewald P. (2021) « Tracking mortality in near to real time provides essential information about the impact of the COVID-19 pandemic in South Africa in 2020 », *South African Medical Journal*, vol. 111 (issue 8), pp. 732-740. DOI : 10.7196/SAMJ.2021.v111i8.15809.

Bradshaw D., Dorrington R., Laubscher R., Groenewald P., Moultrie T. (2022) « COVID-19 and all-cause mortality in South Africa – the hidden deaths in the first four waves », *South African Journal of Science*, 2022, vol. 118 (issues 5/6), 13300. DOI : 10.17159/sajs.2022/13300.

Chan Sun M., Lan Cheong Wah C. B. (2020) « Lessons to be learnt from the COVID-19 public health response in Mauritius », *Public Health in Practice*, 2020, vol. 1, 100023. DOI : 10.1016/j.puhip.2020.100023.

COVID-19 Excess Mortality Collaborators (2022a) « Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic: a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020-21 », *The Lancet*, vol. 399 (issue 10334), pp. 1513-1536. DOI : 10.1016/S0140-6736(21)02796-3.

COVID-19 Forecasting Team (2022b) « Variation in the COVID-19 infection-fatality ratio by age, time, and geography during the pre-vaccine era: a systematic analysis », *The Lancet*, vol. 399 (issue 10334), pp. 1469-1488. DOI : 10.1016/S0140-6736(21)02867-1.

COVID-19 Cumulative Infection Collaborators (2022c) « Estimating global, regional, and national daily and cumulative infections with SARS-CoV-2 through Nov 14, 2021: a statistical analysis », *The Lancet*, vol. 399 (10344), pp. 2351-2380. DOI : 10.1016/S0140-6736(22)00484-6.

Dorrington R. E., Moultrie T. A., Laubscher R., Groenewald P. J., Bradshaw D. (2021) « Rapid mortality surveillance using a national population register to monitor excess deaths during SARS-CoV-2 pandemic in South Africa », *Genus*, vol. 77 (issue 1), p. 19. DOI : 10.1186/s41118-021-00134-6.

Dorrington R. E., Laubscher R., Nannan N., Bradshaw D. (2022) « The impact of the SARS-CoV-2 epidemic on mortality in South Africa in 2020 », *South African Medical Journal*, vol. 112 (issue 1), 13513.

Duthé G., Badurashvili I., Kuyumjyan K., Meslé F., Vallin J. (2010) « Mortality in the Caucasus: An attempt to re-estimate recent mortality trends in Armenia and Georgia », *Demographic Research*, vol. 22 (issue 23), pp. 691-732. DOI: 10.4054/DemRes.2010.22.23.

Dyer O. (2021) « Covid-19: Russia's statistics agency reports much higher death toll than country's health ministry », *British Medical Journal*, vol. 372 (issue 440). DOI : <https://doi.org/10.1136/bmj.n440>.

Fai K. N., Corine T. M., Bebell L. M., Mboringong A. B., Nguimbis E. B. P. T., Nsaibirni R., Mbarga N. F., Eteki L., Nikolay B., Essomba R. G., Ndifon M., Ntone R., Hamadou A., Matchim L., Tchiasso D., Abah Abah A. S., Essaka R., Peppia S., Crescence F., Ouamba J. P., Koku M. T., Mandeng N., Fanne M., Eyangoh S., Mballa G. A. E., Easo L., Epée E., Njouom R., Okomo Assoumou M. C., Boum Y. (2021) « Serologic response to SARS-CoV-2 in an African population », *Scientific African*, vol. 12, July 2021, e00802. DOI : 10.1016/j.sciaf.2021.e00802.

Feinduno S., *et al.* (2023) « COVID-19's death transfer to sub-Saharan Africa », Ferdi, Clermont-Ferrand [à paraître].

Garenne M. (2016) « Impacts démographiques des crises africaines : Une perspective historique », Ferdi, Document de travail P196.

Garenne M., Gakusi E. (2004) « Reconstructing under-five mortality trends in Africa from demographic sample surveys », *DHS Working Papers*, vol. 26.

Garenne M., Gakusi E. (2006) « Health transitions in sub-Saharan Africa: overview of mortality trends in children under-5-years-olds (1950-2000) », *Bulletin WHO*, vol. 84 (issue 6), pp. 470-478.

Garenne M., Collinson M. A., Kabudula C. W., Gómez-Olivé F. X., Kahn K., Tollman S. (2016) « Completeness of birth and death registration in a rural area of South Africa: The Agincourt Health and Demographic Surveillance 1992-2014 », *Global Health Action*, vol. 9, 32795. DOI : <http://dx.doi.org/10.3402/gha.v9.32795>.

Gignoux E., Athanassiadis F., Garat Yarrow A., Jimale A., Mubuto N., Déglise C., Onsongo Mosoti D., Azman A. S., Mwau M., Luquero F., Ciglenecki I. (2021) « Seroprevalence of SARS-CoV-2 antibodies and retrospective mortality in a refugee camp, Dagahaley, Kenya », *PLoS One*, vol. 16 (issue 12), e0260989. DOI : 10.1371/journal.pone.0260989.

Heuveline P. (2021) « The Mean Unfulfilled Lifespan (MUL): A new indicator of the impact of mortality shocks on the individual lifespan, with application to mortality reversals induced by COVID-19 », *PLoS ONE*, vol. 16 (issue 7), e0254925. DOI : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254925>.

IHME / COVID-19 Excess Mortality Collaborators (2022) « Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic: a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020-21 », *The Lancet*, vol. 399 (issue 10334), pp. 1513-1536. DOI : 10.1016/S0140-6736(21)02796-3.

Institut National de la Statistique (INSTAT) et ICF (2022) *Enquête Démographique et de Santé à Madagascar (EDSMD-V) 2021*. Antananarivo, Madagascar et Rockville, Maryland, USA : INSTAT et ICF.

Ingoba L. L., Djontu J.-C., Mapanguy C. C. M., Mouzinga F., Kietela S. D., Vouvoungui C., Kuisma E., Etienne Nguimbi E., Ntoun F. (2022) « Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 antibodies in a population living in Bomassa village, Republic of Congo », *International Journal of Infectious Diseases (IJID) Regions*, vol. 2, pp. 130-136. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ijregi.2022.01.002>.

Karlinsky A., Kobak D. (2021) « Tracking excess mortality across countries during the COVID-19 pandemic with the World Mortality Dataset », *Elife*, 2021 Jun. 30, 10, e69336. DOI : 10.7554/eLife.69336.

Kleynhans J., Tempia S., Wolter N., von Gottberg A., Bhiman J. N., Buys A., *et al.*, PHIRST-C Group. PHIRST-C Group (2021) « SARS-CoV-2 seroprevalence in a rural and urban household cohort during first and second waves of infections, South Africa, July 2020–March 2021 », *Emerging Infectious Diseases*, vol. 27, (issue 12), pp. 3020-3029. DOI : <https://doi.org/10.3201/eid2712.211465>.

Kleynhans J., Tempia S., Wolter N., von Gottberg A., Bhiman J. N., Buys A., Moyes J., McMorro M. L., Kahn K., Gómez-Olivé F. X., Tollman S., Martinson N. A., Wafawanaka F., Lebina L., du Toit J. D., Jassat W., Neti M., Brauer M., Cohen C., PHIRST-C Group (2022) « SARS-

CoV-2 Seroprevalence after Third Wave of Infections, South Africa », *Emerging Infectious Diseases*, vol. 28 (issue 5), pp. 1055-1058. DOI : 10.3201/eid2805.220278.

Lorenz E., Souares A., Amuasi J., Loag W., Deschermeier C., Fusco D., Benke D., A Rakotoarivelo R., Rasamoelina M. T., Rakotozandrindrainy R., Sie A., Afum-Adjei Awuah A., May J., Eibach D., Struck N. (2021) « Seroprevalence of SARS-CoV-2 in urban settings in three sub-Saharan African countries (SeroCoV): a study protocol for a household-based cross-sectional prevalence study using two-stage cluster sampling », *BMJ Open*, vol. 11 (issue 12), e056853. DOI : 10.1136/bmjopen-2021-056853.

Majiya H., Aliyu-Paiko M., Balogu V. T., Musa D. A., Salihu I. M., Kawu A. A., Bashir Y. I., Sani R. A., Baba J., Muhammad A. T., Jibril F. L., Bala E., Obaje N. G., Aliyu B. Y., Muhammad R. G., Mohammed H., Gimba N. U., Uthman A., Liman H. M., Sule A. A., Joseph K. J., Makusidi M. M., Isah M. D., Abdullahi I., Ndagi U., Waziri B., Bisallah C. I., Dadi-Mamud N. J., Ibrahim A. K. (2021) « Seroprevalence of COVID-19 in Niger State: A Pilot Cross Sectional Study », *MedRxiv* (preprint). DOI : 10.1101/2020.08.04.20168112.

Moser W., Fahal M. A. H., Abualas E., Bedri S., Elsir M. T., Mohamed M. F. E. R. O., Mahmoud A. B., Ahmad Ali, Adam M. A., Altalib S., DafaAllah O. A., Hmed S. A., Azman A. S., Ciglenecki I., Gignoux E., González A., Mwongera C., Miranda M. A. (2022) « SARS-CoV-2 Antibody Prevalence and Population-Based Death Rates, Greater Omdurman, Sudan », *Emerging Infectious Diseases*, vol. 28 (issue 5), pp. 1026-1030. DOI : 10.3201/eid2805.211951.

Moultrie T. A., Dorrington R. E., Laubscher R., Groenewald P., Parry C. D. H., Matzopoulos R., Bradshaw D. (2021) « Unnatural deaths, alcohol bans and curfews: Evidence from a quasi-natural experiment during COVID-19 », *South African Medical Journal*, vol. 111 (issue 9), pp. 834-837. DOI : 10.7196/SAMJ.2021.v111i9.15813.

Mulenga L. B., Hines J. Z., Fwoloshi S., Chirwa L., Siwingwa M., Yingst S., Wolkon A., Barradas D. T., Favaloro J., Zulu J. E., Banda D., Nikoi K. I., Kampamba D., Banda N., Chilopa B., Hanunka B., Stevens T. L. Jr, Shibemba A., Mwale C., Sivile S., Zyambo K. D., Makupe A., Kapina M., Mweemba A., Sinyange N., Kapata N., Zulu P. M., Chanda D., Mupeta F., Chilufya C., Mukonka V., Agolory S., Malama K. (2021) « Prevalence of SARS-CoV-2 in six districts in Zambia in July, 2020: a cross-sectional cluster sample survey », *The Lancet Global Health*, 2021 Jun., vol. 9 (issue 6), e773-e781. DOI : 10.1016/S2214-109X(21)00053-X.

Munywoki P. K., Nasimiyu C., Alando M. D., Otieno N., Ombok C., Njoroge R., Kikwai G., Odhiambo D., Osita M. P., Ouma A., Odour C., Juma B., Ochieng C. A., Mutisya I., Ngere I., Dawa J., Osoro E., Njenga M. K., Bigogo G., Munyua P., Lo T. Q., Hunsperger E., Herman-Roloff A. (2021) « Seroprevalence and risk factors of SARS-CoV-2 infection in an urban informal settlement in Nairobi, Kenya, December 2020 », *F1000Research*, vol. 10, p. 853. DOI : 10.12688/f1000research.72914.2.

Mutevedzi P. C., Kawonga M., Kwatra G., Moultrie A., Baillie V., Mabena N., Mathibe M. N., Rafuma M. M., Maposa I., Abbott G., Hugo J., Ikafafeng B., Adelekan T., Lukhele M., Madhi S. A.

(2022) « Estimated SARS-CoV-2 infection rate and fatality risk in Gauteng Province, South Africa: a population-based seroepidemiological survey », *International Journal of Epidemiology*, vol. 51 (issue 2), pp. 404-417. DOI : 10.1093/ije/dyab217.

National Bureau of Statistics (NBS) and United Nations Children's Fund (UNICEF) (2022) *Multiple Indicator Cluster Survey 2021, Survey Findings Report*, Abuja, Nigeria : National Bureau of Statistics and United Nations Children's Fund.

Ngere I., Dawa J., Hunsperger E., Otieno N., Masika M., Amoth P., Makayotto L., Nasimiyu C., Gunn B. M., Nyawanda B., Oluga O., Ngunu C., Mirieri H., Gachohi J., Marwanga D., Munywoki P. K., Odhiambo D., Alando M. D., Breiman R. F., Anzala O., Njenga M. K., Bulterys M., Herman-Roloff A., Osoro E. (2021) « High seroprevalence of SARS-CoV-2 but low infection fatality ratio eight months after introduction in Nairobi, Kenya », *International Journal of Infectious Diseases*, vol. 112, pp. 25-34. DOI : 10.1016/j.ijid.2021.08.062.

Noymer A., Garenne M. (2000) « The 1918-influenza epidemic's effects on sex differentials in mortality in the United States », *Population and Development Review*, vol. 26 (issue 3), pp. 565-581.

Nyawale H. A., Moremi N., Mohamed M., Njwalila J., Silago V., Krone M., Konje E. T., Mirambo M. M., Mshana S. E. (2022) « High Seroprevalence of SARS-CoV-2 in Mwanza, Northwestern Tanzania: A Population-Based Survey », *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19 (issue 18), 11664. DOI : 10.3390/ijerph191811664.

Preston S. H. (1976) *Mortality patterns in national populations, with special reference to recorded causes of death*, New York, Academic Press. DOI : <https://doi.org/10.1016/C2013-0-07501-9>.

Rotshild V., Hirsh-Racah B., Miski, I. *et al.* (2021) « Comparing the clinical efficacy of COVID-19 vaccines: a systematic review and network meta-analysis », *Sci Rep*, vol. 11, 22777. DOI : <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02321-z>.

Schöley J., Aburto J. M., Kashnitsky I., Kniffka M. S., Zhang L., Jaadla H., Dowd J. B., Kashyap R. (2022) « Life expectancy changes since COVID-19 », *Nature Human Behaviour*, vol. 6, pp. 1649-1659. DOI : <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01450-3>.

Shanaube K., Schaap A., Klinkenberg E., Floyd S., Bwalya J., Cheeba M., de Haas P., Kosloff B., Ruperez M., Hayes R., Ayles H. (2022) « SARS-CoV-2 seroprevalence and associated risk factors in periurban Zambia: a population-based study », *International Journal of Infectious Diseases*, vol. 118, pp. 256-263. DOI : 10.1016/j.ijid.2022.03.021.

Struck N. S., Lorenz E., Deschermeier C., Eibach D., Kettenbeil J., Loag W., Brieger S. A., Ginsbach A. M., Obirikorang C., Maiga-Ascofare O., Sarkodie Y. A., Boham E. E. A., Adu E. A., Asare G., Amoako-Adusei A., Yawson A., Boakye A. O., Deke J., Almoustapha N. S., Adu-Amoah L., Duah I. K., Ouedraogo T. A., Boudo V., Rushton B., Ehmen C., Fusco D., Gunga L.,

Benke D., Höppner Y., Rasolojaona Z. T., Rasamoelina T., Rakotoarivelo R. A., Rakotozandrindrainy R., Coulibaly B., Sié A., Awuah A. A., Amuasi J. H., Souares A., May J. (2022) « High seroprevalence of SARS-CoV-2 in Burkina-Faso, Ghana and Madagascar in 2021: a population-based study », *BMC Public Health*, vol. 22 (issue 1), p. 1676. DOI : 10.1186/s12889-022-13918-y.

Warszawski J., Meyer L., Franck J. E., Rahib D., Lydié N., Gosselin A., Counil E., Kreling R., Novelli S., Slama R., Raynaud P., Bagein G., Costemalle V., Sillard P., Fourie T., de Lamballerie X., Bajos N. ; Epicov Team (2022) « Trends in social exposure to SARS-Cov-2 in France. Evidence from the national socio-epidemiological cohort-EPICOV », *PLoS One*, vol. 17 (issue 5), e0267725. DOI : 10.1371/journal.pone.0267725.

Wiens K. E., Mawien P. N., Rumunu J., Slater D., Jones F. K., Moheed S., Caflisch A., Bior B. K., Jacob I. A., Lako R. L., Guyo A. G., Olu O. O., Maleghemi S., Baguma A., Hassen J. J., Baya S. K., Deng L., Lessler J., Demby M. N., Sanchez V., Mills R., Fraser C., Charles R. C., Harris J. B., Azman A. S., Wamala J. F. (2021) « Seroprevalence of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 IgG in Juba, South Sudan, 2020 », *Emerging Infectious Diseases*, vol. 27 (issue 6), 1598-1606. DOI : 10.3201/eid2706.210568.

Sitographie

DHS program (2023) <https://dhsprogram.com/> [consulté le 15/01/2023].

GISAID (2022) <https://gisaid.org/hcov-19-variants-dashboard/> [consulté le 15/12/2022].

Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques – INSEE (2022) <https://dc-covid.site.ined.fr/fr/donnees/France/> [consulté le 9/12/2022].

Johns Hopkins University (JHU) Corona virus database (2022) <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> [consulté le 9/12/2022].

MICS program, UNICEF (2023) <https://mics.unicef.org/surveys> [consulté le 15/01/2023].

Nations Unies, World Population Prospects (WPP) <https://population.un.org/wpp/> [consulté le 11/09/2022].

Organisation Mondiale de la Santé – OMS (2022) <https://covid19.who.int/WHO-COVID-19-global-table-data.csv> [consulté le 9/12/2022].

Santé Publique France – SPF (2022) <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/synthese-des-indicateurs-de-suivi-de-lepidemie-covid-19/> [consulté le 9/12/2022].

World Bank, Development Indicators (WDI), <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> [consulté le 15/12/2022].

“ Sur quoi la fondera-t-il l'économie du monde qu'il veut gouverner ? Sera-ce sur le caprice de chaque particulier ? Quelle confusion ! Sera-ce sur la justice ? Il l'ignore. ”

Pascal



Créée en 2003, la **Fondation pour les études et recherches sur le développement international** vise à favoriser la compréhension du développement économique international et des politiques qui l'influencent.



Contact

www.ferdi.fr

contact@ferdi.fr

+33 (0)4 43 97 64 60