

**ECOLE DOCTORALE SCIENCES
JURIDIQUES, POLITIQUES,
ECONOMIQUES ET DE GESTION
(ED-JPEG)**



**UNIVERSITE CHEIKH
ANTA DIOP DE DAKAR**



**LABORATOIRE DE RECHERCHES
ECONOMIQUES ET MONETAIRES**

Seydi Ababacar DIENG, Baye Elimane GUEYE et Ousseynou NDOYE

LAREM – UCAD

Courriel : sadieng@larem-ucad.org

**Analyse de l'épidémie de COVID-19 au Sénégal à partir
d'un modèle SEIR revu**

Document de travail n° 40

Mai 2020

**LAREM – UCAD
Sénégal**

1. Introduction

La maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) est une maladie infectieuse provoquée par un nouveau virus qui n'avait encore jamais été identifié chez l'être humain. Ce virus provoque une maladie respiratoire, analogue à la grippe, avec des symptômes comme la toux, la fièvre et, dans les cas les plus sévères, une pneumonie. Apparue à Wuhan, dans le centre de la Chine en décembre 2019, l'épidémie de COVID-19 s'est depuis transformée en pandémie. En effet, le virus s'est propagé dans plusieurs régions de Chine continentale et a gagné d'autres pays asiatiques. La Corée du Sud et le Japon ont déclaré leurs premiers cas le 20 janvier 2020.

En février 2020, la propagation du virus s'est accélérée. La COVID-19 gagne, en un peu moins d'un mois, la plupart des continents du monde, de l'Asie à l'Océanie en passant par les Amériques et l'Afrique du Nord et subsaharienne où plus de 5 400 cas confirmés dans 49 pays pour plus de 131 décès à la date du 2 avril 2020. En Afrique de l'Ouest, le Sénégal est le premier pays où le premier cas a été détecté en fin février 2020. Il s'agissait de deux individus de nationalité étrangère rentrés au Sénégal après un séjour en France. Depuis lors, le nombre de cas positifs de COVID-19 ne cesse de progresser atteignant ainsi 207 cas le 3 avril 2020.

Au mois de mars 2020, à la date du 13, des mesures de restriction sont prises dans le pays, par le Chef de l'Etat dont notamment, la fermeture des écoles, universités et centres de formation, des mesures de distanciation sociale dans les transports en commun, la fermeture de plusieurs marchés.

Actuellement, avec des moyens financiers et humains – professionnels de la santé – assez limités, il serait pertinent d'étudier comment évaluer l'évolution de l'épidémie de COVID-19 au Sénégal et analyser ses conséquences économiques, en essayant de prévoir le pic de transmission.

L'objectif de ce document est d'évaluer l'évolution de cette épidémie au Sénégal et d'analyser les conséquences économiques de cette évolution. L'explicitation de l'évolution de l'épidémie de COVID-19 et l'analyse de ses conséquences économiques permettront aux autorités de prendre les mesures idoines.

Pour parvenir à cet objectif, nous utilisons, parmi les modèles épidémiologiques compartimentaux, le SEIR – sains (S), exposés (E), infectés (I) et remis (R). Ce modèle mathématique permet d'explicitier comment une population évolue entre ces différents états de santé S, E, I et R. Cette méthode SEIR est revue pour prendre en compte la spécificité de la

stratégie du Sénégal. En effet, nous intégrons les personnes infectées mises en quarantaine (Q), celles infectées non mises en quarantaine (N) et celles décédées (D) dans notre modèle, dénommé – SEQNDR.

Des travaux de chercheurs (Ndiaye et al., 2020 ; Diop et al., 2020) ont tenté de développer un modèle capable de décrire la trajectoire de la COVID-19 au Sénégal. Mais ils n'ont pas entièrement pris en compte les décisions prises par le gouvernement pour contenir la propagation et le nombre de cas testés positifs.

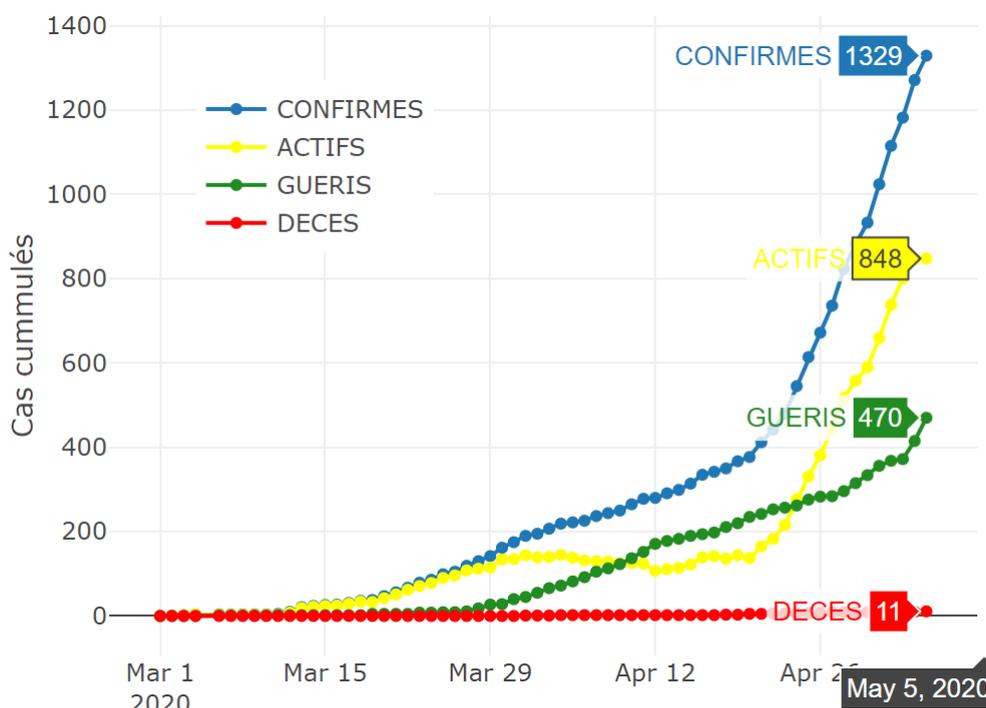
L'intérêt de ce travail empirique réside précisément dans la prise en charge des différents éléments constitutifs du dispositif de gestion de la crise par le gouvernement du Sénégal pour décrire l'évolution de l'épidémie de la COVID-19 et analyser ses conséquences économiques.

La suite de cette contribution est composée de quatre autres sections. La deuxième fait un état des lieux de l'évolution de la COVID-19 au Sénégal au 6 mai 2020. La troisième section explicite la méthodologie adoptée. La quatrième section présente les résultats et leur discussion. La cinquième et dernière section est consacrée à la conclusion et aux implications de politique économique.

2. Etat des lieux de l'évolution de la COVID-19 au Sénégal au 6 mai 2020

Le Sénégal a enregistré son premier cas de la maladie de la COVID-19 le 02 mars 2020. Depuis cette date, le nombre de cas recensés ne cesse de progresser. Le graphique 1 ci-dessous montre l'évolution de cette maladie au Sénégal. La construction de ce graphique se fonde sur les statistiques fournies chaque jour par le ministère de la Santé et de l'Action sociale du Sénégal (MSAS). D'une manière générale, la forme de la courbe des cas confirmés cumulés révèle le caractère exponentiel de la propagation de la COVID-19. Plus précisément, c'est à partir de la mi-avril que l'accroissement journalier des cas devient exponentiel, l'évolution du nombre de cas par jour correspondant à un même facteur multiplicatif près.

Graphique 1 : Evolution du nombre de cas par jour



Source : Auteurs

Les deux courbes des cas actifs et guéris connaissent trois phases d'évolution. Dans la première phase, la courbe des cas actifs cumulé se situe au-dessus de celle des cas guéris cumulé. Cette première phase comprend deux temps : un premier où le rythme de croissance des cas confirmés est plus rapide que celui des cas guéris, engendrant une évolution presque similaire des cas actifs. Un second temps, entre le 02 et le 11 avril, où le taux de croissance des cas guéris devient plus élevé que celui des cas confirmés provoquant une croissance plus faible des cas actifs dont la courbe semble se stabiliser. Dans la deuxième phase, la courbe des cas guéris est au-dessus de celle des cas actifs ; le taux de croissance des cas guéris étant supérieur à celui des cas confirmés. Dans la troisième phase, le rythme de croissance des cas guéris devient plus faible que celui des cas confirmés. La forme de la courbe des cas confirmés devient exponentielle, tout comme celle des cas actifs. Le gouvernement a pris l'engagement de traiter tous les cas confirmés.

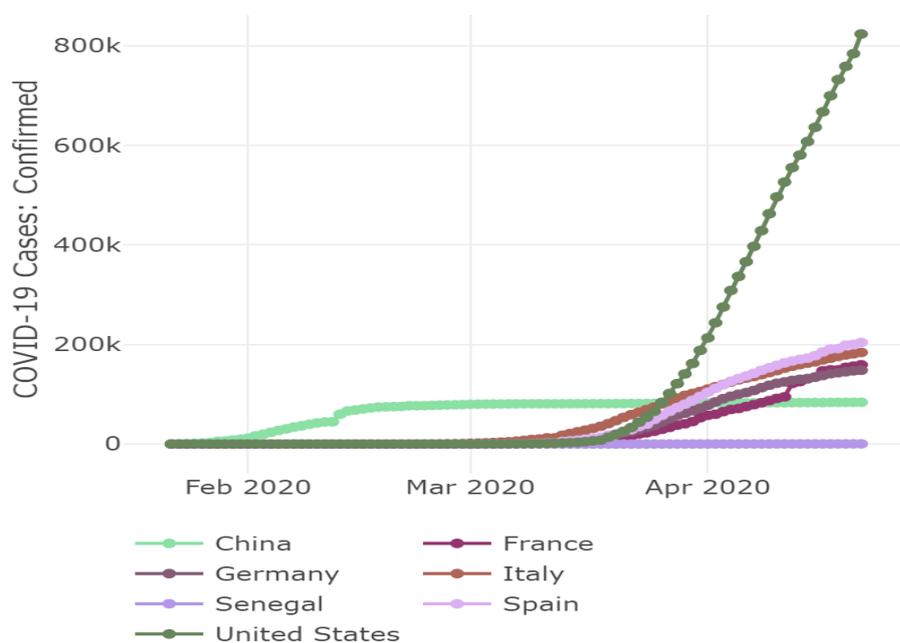
Cependant, compte tenu de la forme exponentielle de l'accroissement des cas confirmés et des ressources humaines et financières limitées, la problématique de la maîtrise de la situation se pose si le pic de l'épidémie ne serait pas atteint rapidement.

Retenons qu'à la date du 06 mai 2020, le Sénégal compte 1433 cas confirmés, 493 cas guéris

et 12 décès de la COVID-19 ; le nombre de cas actifs et donc sous traitement étant de 928. Le taux de létalité – proportion de décès par rapport au nombre total de personnes atteintes par la COVID-19 – se situe à 8,3 pour mille ; ce qui est très faible, comparé au taux de décès du paludisme.

Contrairement aux autres pays, notamment, la Chine, les Etats-Unis et quelques pays d'Europe dont certains figurent parmi les plus touchés – l'Italie, l'Espagne, l'Allemagne, la France et la Suisse –, le Sénégal connaît une situation envieuse, eu égard au nombre de cas confirmés mais aussi au taux de létalité. Le graphique 2 ci-dessous présente l'évolution des cas confirmés dans les pays susmentionnés.

Graphique 2 : Comparaison de l'évolution de la COVID-19, Sénégal vs quelques pays du monde



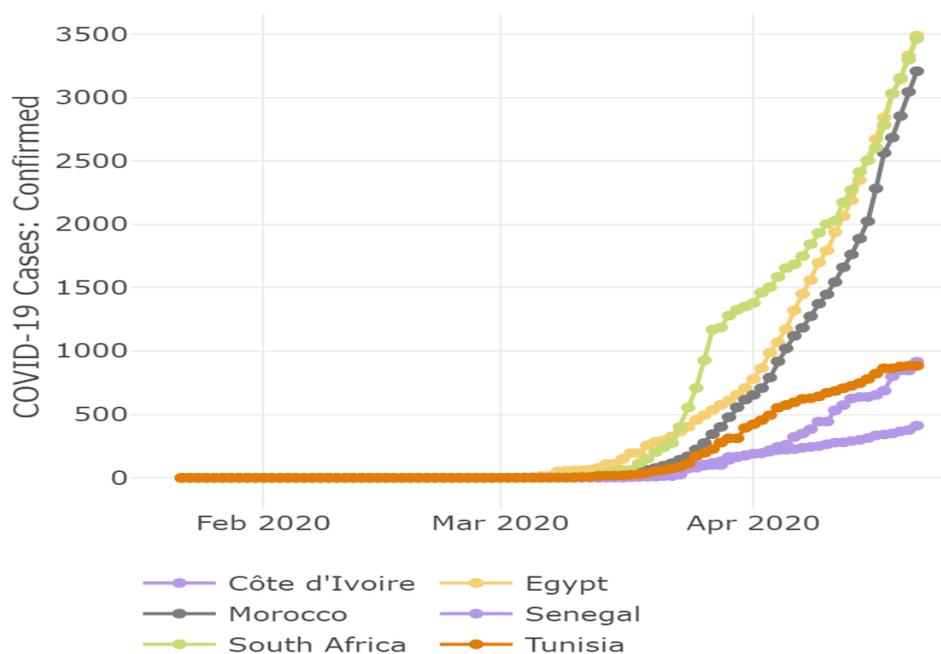
Source : Auteurs

L'évolution de l'épidémie de la maladie de COVID-19 se chiffre par dizaines, voire par centaines de milliers de cas – Etats-Unis, en particulier – dans ces pays tandis que le Sénégal enregistre un nombre de cas en deçà 1500. Le graphique 2 révèle une situation quasi-stable pour la Chine dont le nombre de personnes contaminées est en dessous de celui des pays européens. Ces derniers connaissent une évolution relativement similaire, notamment en fin de période. La courbe des Etats-Unis se détache très nettement des autres et accuse une forme exponentielle.

Comparativement aux autres pays africains représentés dans le graphique 3 ci-après, le Sénégal se caractérise aussi par une évolution de l'épidémie de la COVID-19 beaucoup moins accentuée. La Côte d'Ivoire et la Tunisie ont une évolution similaire surtout en fin de période.

Ces deux pays demeurent, après le Sénégal, beaucoup moins touchés que les autres.

Graphique 3 : Comparaison de l'évolution de la COVID-19, Sénégal vs quelques pays africains



Source : Auteurs

L’Égypte et le Maroc ont une évolution quasiment identique – courbe de forme exponentielle – bien que ce dernier ait moins de cas confirmés sur toute la période considérée. L’évolution de l’épidémie en Afrique du Sud comprend deux phases. Une première où la forme exponentielle est très marquée jusqu’à environ 1200 cas. Une seconde phase où la forme de la courbe demeure exponentielle mais avec un taux de croissance des cas beaucoup plus réduit. Cependant, à partir de 2000 cas, les courbes d’évolution de l’Afrique du Sud et de l’Égypte se confondent.

3. Méthodologie

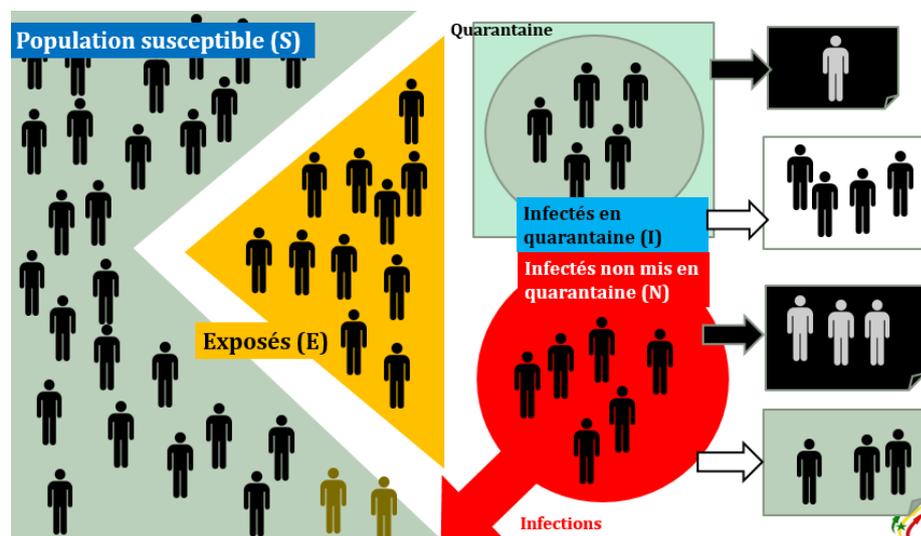
A la différence des maladies chroniques non transmissibles – obésité, diabète, cancer –, les maladies infectieuses sont causées par un agent pathogène tel qu’un virus, une bactérie, un parasite ou un champignon. La propagation de cet agent est un phénomène dynamique et complexe puisqu’elle dépend de paramètres complexes et difficiles à contrôler tels que les stades cliniques possibles – infecté asymptomatique, infecté symptomatique, malade –, le déplacement des individus, les sources de la maladie.

Pour suivre l’évolution de la transmission de ces maladies, des modèles compartimentaux ont été développés pour faciliter le calcul de la probabilité de contagion des individus. Développés au début du XX^{ème} siècle, ces modèles décomposent la population en groupes d’individus

appelés compartiments. Ces compartiments sont déterminés selon le risque d'infection des individus ou leur statut infectieux. À la base de ces modèles se trouve un système d'équations différentielles qui décrivent les règles de passage des individus d'un compartiment à un autre et le nombre de personnes dans chaque catégorie au fil du temps (voir figure 4).

- Susceptibles : représentent les individus non infectés par le virus et qui peuvent l'être ;
- Exposed : désignent les individus infectés mais qui ne présentent pas de symptômes de la maladie ;
- Infected : représentent les individus infectés et présentant les symptômes de la maladie ;
- Recovred : constituent les individus guéris.

Graphique 4 : Évolution des individus dans les différents compartiments



Source : Auteurs

Le nombre de compartiments varie selon la nature de la maladie étudiée. En effet, une maladie sans période d'incubation est représentée par un modèle SIR (Susceptible-Infected-Recovred). Dans ce cas, les individus infectés présentent automatiquement les symptômes de la maladie. Toutefois, s'il existe un délai d'incubation, il est plus réaliste de séparer les personnes infectées mais ne présentant pas les symptômes et celles présentant les symptômes. On parle alors de modèle SEIR (Susceptible-Exposed-Infected-Recovred).

Compte tenu de la stratégie mise en place au Sénégal, le modèle SEIR est modifié pour devenir SEQNDR. En effet, tous les individus contacts directs des personnes testées positives sont mis en quarantaine et testés eux aussi pendant 14 jours. Cette stratégie permet de réduire la

transmission du virus dans la mesure où les contaminés sont *a priori* mis en quarantaine avant qu'ils ne transmettent la maladie lorsqu'ils deviennent infectieux. Toutefois, l'apparition des cas communautaires montre l'existence de personnes contaminées qui échappent au dispositif de surveillance. En outre, le Sénégal a signalé à la date du 28 avril 9 décès liés à la COVID-19, ce qui impose la prise en compte de la mortalité.

Le modèle SEQNDR s'écrit comme suit :

$$\left\{ \begin{array}{l} dS/dt = -\beta(t)\frac{Q(t)}{P}(1-\mu)S(t) \quad (1) \\ dE/dt = \beta(t)\frac{N(t)}{P}(1-\mu)S(t) - p_q\delta E(t) - (1-p_q)\delta E(t) \quad (2) \\ dQ/dt = p_q\delta E(t) - (1-pm_q)\gamma Q - pm_q\sigma Q \quad (3) \\ dN/dt = \delta(1-p_q) * E - (1-pm_n)\gamma N - pm_n\sigma N \quad (4) \\ dR/dt = (1-pm_q)\gamma Q + (1-pm_n)\gamma N \quad (5) \\ dD/dt = pm_q\sigma Q + pm_n\sigma N \quad (6) \end{array} \right.$$

$$dS/dt = -\beta(t)\frac{N(t)}{P}(1-\mu)S(t)$$

Sachant que $\frac{N(t)}{P}$ de individus sont infectés et non mis en quarantaine et qu'elles peuvent infecter β personnes par jour, alors chaque période t , $\frac{\beta(t)N(t)}{P}(1-\mu)S(t)$ individus susceptibles deviennent exposés.

$$dE/dt = \beta(t)\frac{N(t)}{P}(1-\mu)S(t) - p_q\delta E(t) - (1-p_q)\delta E(t)$$

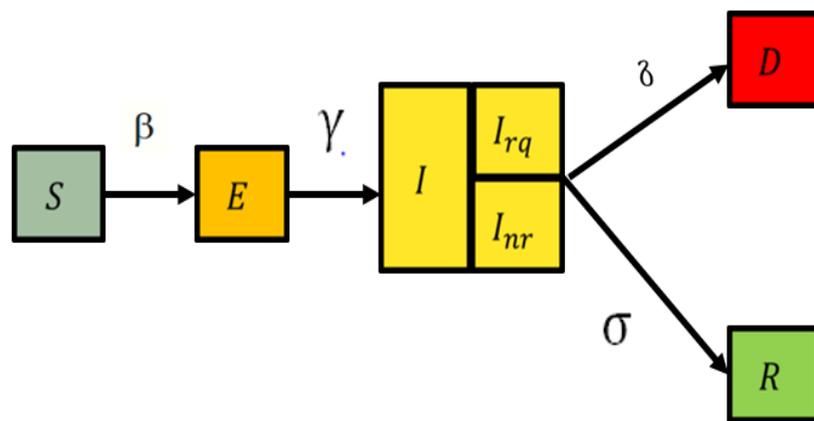
Sachant que le temps d'incubation est $Di = 1/\delta$ alors, pour chaque période t , $\delta E(t)$ deviennent infectés. Toutefois, selon la probabilité de détection des cas, $p_q\delta E(t)$ seront détectés et mis en quarantaine tandis que $(1-p_q)\delta E(t)$ ne le seront pas.

$$dE/dt = \beta(t) \frac{N(t)}{P} (1 - \mu) S(t) - p_q \delta E(t) - (1 - p_q) \delta E(t)$$

Compte tenu du nombre de cas mis en quarantaine et la probabilité de mourir p_m malgré la prise en charge et la durée de la maladie, certains vont décéder tandis que d'autres guérissent. Cette situation est identique chez les infectés non pris en charge. Toutefois, la probabilité de mourir est plus élevée chez ces derniers.

Le graphique 5 montre la structure du modèle avec tous les éléments constitutifs et les paramètres qui leur sont associés.

Graphique 5 : Schéma du modèle SEQNDR



Source : Auteurs

L'évolution de l'épidémie dépend des paramètres qui spécifient les règles de transmission des individus d'un compartiment à un autre. Le taux de transmission β mesure le nombre d'individus contaminés par jour par un malade compte tenu de la probabilité de contamination p et le nombre de personnes avec lesquelles le malade entre en contact par jour contacts. Ainsi, à la date t , la probabilité de tomber sur un individu infecté non mis en quarantaine est de $N(t)/P$ et le nombre d'individus susceptibles qui deviennent contaminés est égale à $\beta(N(t)/P)S(t)$ (Equation 1).

Après la durée d'incubation (D_i), les personnes infectées peuvent être testées et mises en quarantaine par les autorités avec une probabilité p_q . A la date t , $p_q \delta E(t)$ deviennent infectieux (avec $\delta = 1/D_i$) mais ne peuvent pas infecter les autres puisqu'ils sont pris en charge par le

système sanitaire. Toutefois, $(1-pq)\delta E(t)$ seront non identifiés et resteront en contact avec la population susceptible propageant ainsi le virus (Equation 2).

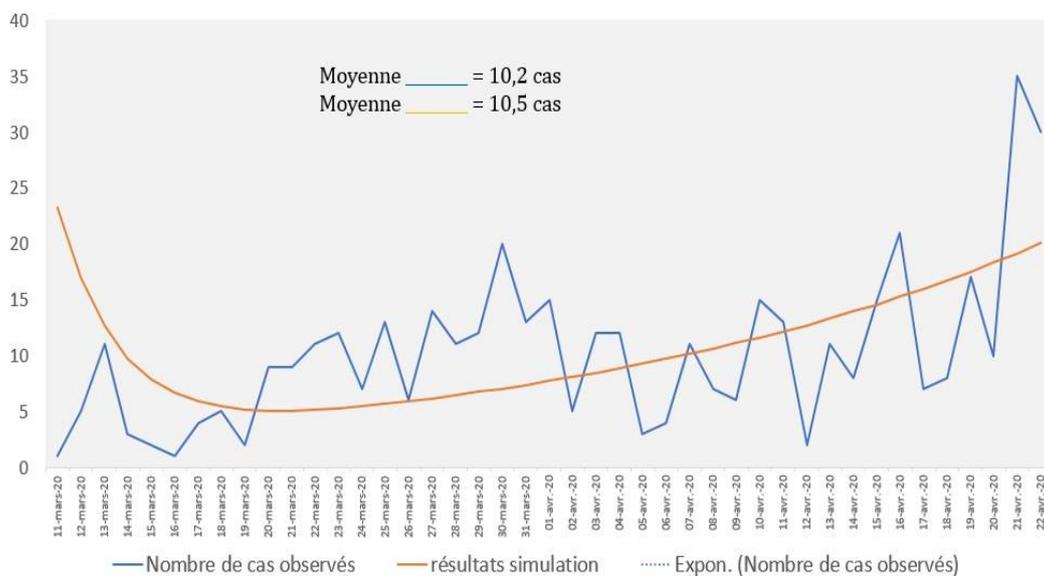
Selon qu'ils soient pris en charge ou pas, les infectés peuvent guérir ou mourir avec des probabilités respectives pmq et pmn . Toutefois, le décès n'advient que lorsque le cas s'aggrave. Pour les cas graves, la durée de la maladie peut s'allonger à plus de 10 jours. Au total, le nombre de morts à l'instant t est égale à $pmq\sigma Q + pmn\sigma N$ tandis que le restent guérissent $(1 + pmq)\sigma Q + (1 + pmn)\sigma N$.

Après avoir explicité la méthodologie, il importe de présenter et de discuter les résultats des simulations des différents scenarii à partir du modèle SEQNDR.

4. Résultats et discussions

Pour apprécier la pertinence du modèle SEQNDR, nous avons réalisé, à partir de celui-ci, une prévision des données passées. Les résultats, consignés dans le graphique 6 ci-dessous, montrent que sur la période du 11 mars au 22 avril 2020, la moyenne du nombre de cas positifs fournie par le modèle (10,5) est très proche de celle des données réelles observées (10,2). Ainsi, on peut affirmer qu'en moyenne, le nombre de cas positifs observés est identique au nombre de cas obtenus par simulation.

Graphique 6 : Évolution nombre de cas positifs par jour



Source : Auteurs

Table 1 – Paramètres du modèle (SEQNDR)

Inputs	Sans intervention	Intervention
Probabilité de transmission (pt)	0,07	0,07
Nombre de contacts par jours (m)	12	11
Durée d'incubation du virus (Di)	5,1	5,1
Durée maladie cas simples (Dms)	10	10
Durée maladie cas graves (Dmg)	15	15
Probabilité d'être mis en quarantaine (pq)	0,7	0,7
Probabilité de mourir sujets mis en quarantaine (pmq)	0,01	0,01
Probabilité de mourir sujet non mis en quarantaine (pmn)	0,02	0,02

Source : Auteurs

Le tableau 2 ci-dessous fournit les indications relatives aux différents taux avec les formules associées dans les deux cas de figure envisagés. Le taux de transmission est de 1,47 en cas de non d'intervention et de seulement 0,77 en cas d'intervention. En revanche, pour les taux de latence, de guérison et de décès de cas grave, ils ont la même valeur dans les deux situations, respectivement de 0.20, 0.10 et 0.07.

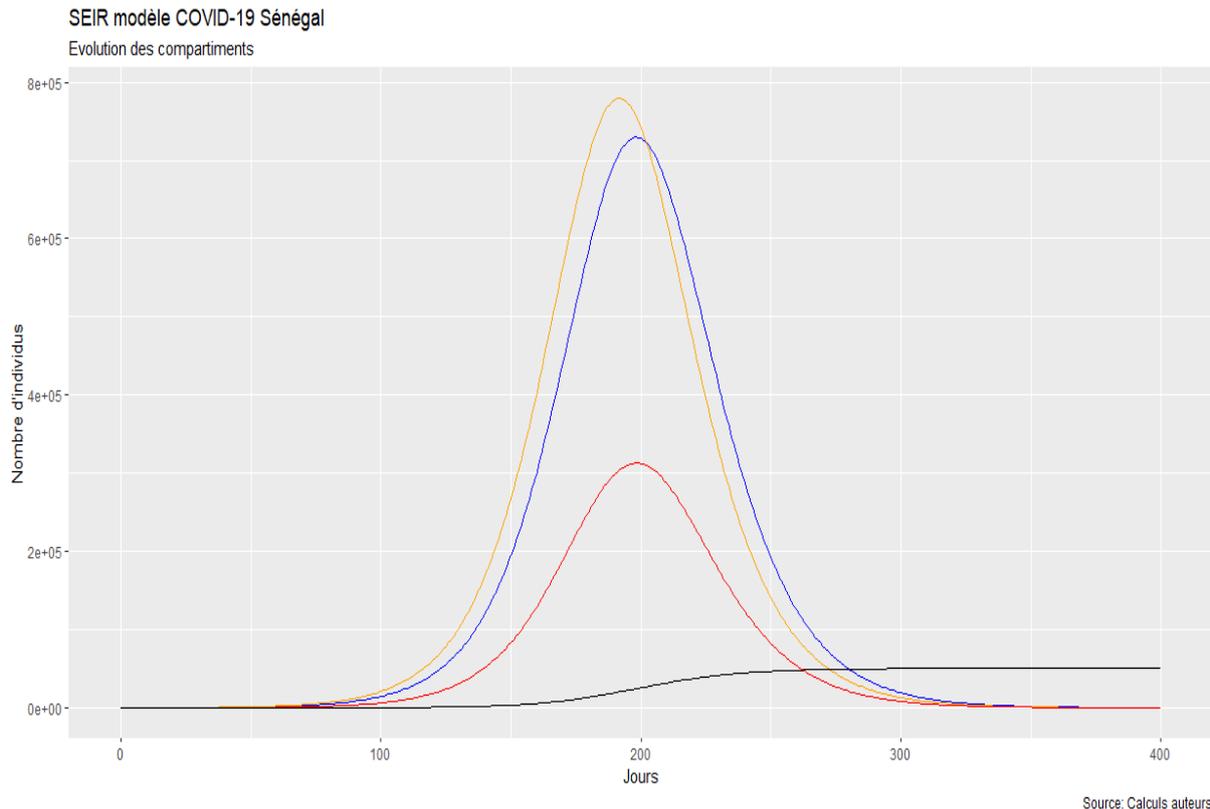
Table 2 – Paramètres du modèle SEQNDR

Paramètres	Formules	Sans intervention	Intervention
Taux de transmission	$\beta = pt * m$	0,84	0,77
Taux de latence	$\delta = 1/D$	0,20	0,20
Taux de guérison	$\gamma = 1/Dms$	0,10	0,10
Taux de décès cas grave	$\sigma = 1/Dmg$	0,07	0,07
S	Population susceptible		
E	Population contaminée asymptomatiques		
Q	Infectés en quarantaine		
N	Infectés non mis en quarantaine		
R	Guéris		
D	Décédés		

Source : Auteurs

L'évolution des individus dans les différents compartiments, selon les deux cas avant intervention et intervention, est indiquée dans le graphique 7 ci-dessous. Le pic ou vague des infectés est atteint au mois de septembre 2020 avec 557 769 personnes infectées, contrairement à la situation avant intervention où le pic serait atteint en juin avec un nombre très important d'infectés (1 981 184). La situation serait donc très grave si le gouvernement n'avait pas pris des mesures de prévention et gestion des personnes contacts.

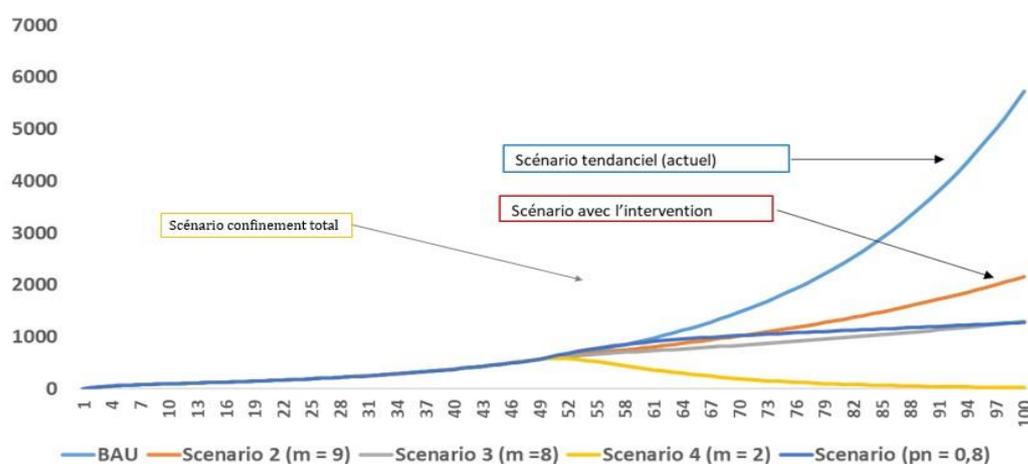
Figure 7 : Évolution des individus dans les différents compartiments



Source : Auteurs

La courbe des infectés atteint son pic en premier, avec une dizaine de jours avant celui des infectés en quarantaine et celui des infectés non mis en quarantaine. La courbe des décès atteindrait son pic 200 jours après le début de l'épidémie pour se stabiliser par la suite autour de 60 000 décès.

Figure 8 : Evolution du nombre de cas selon les scénarii



Source : Auteurs

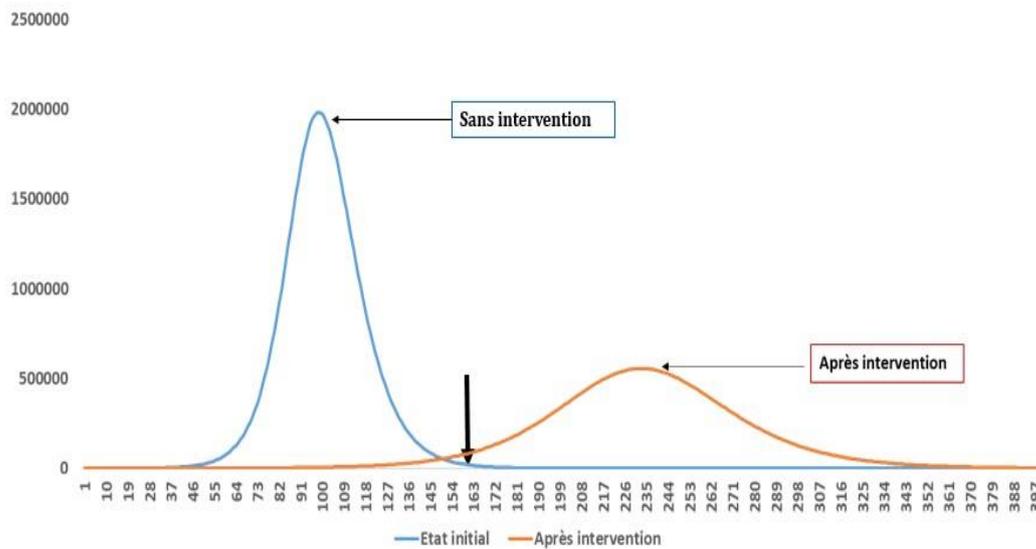
A présent, il importe d'analyser l'évolution du nombre de cas infectés selon cinq scénarii (graphique 8). Le premier scénario est celui qui se fonde sur la tendance actuelle, avant la date du 27 avril 2020. La courbe correspondante révèle une forme exponentielle du nombre de cas infectés.

La mise en place de mesures plus restrictives à partir du 27 avril 2020 visant à réduire le nombre de contacts entre les individus a eu des effets significatifs sur la transmission du virus.

En effet, une baisse des contacts par individu de 11 à 9 individus (scénario 2) entraînerait une réduction des cas répertoriés de 62,3% au bout de 100 jours. Le scénario 3, tablant sur une baisse des contacts de 11 à 8 individus par personne infectée, permettrait de diminuer le nombre de cas de 77,7% au bout de 100 jours. Dans le scénario 4, avec seulement 2 contacts par individu, la baisse serait de 99,6% au bout de 100 jours. Ce scénario serait idéal mais n'est possible que si le gouvernement arrive à réduire très fortement le nombre de personnes infectées non mises en quarantaine. Cela suppose qu'il impose un confinement total des clusters – zones de regroupement de cas – en y généralisant les tests systématiques afin de bien isoler toutes les personnes-contacts. Cette mesure doit être prise immédiatement avant que la circulation virale ne se répande sur tout le territoire national.

Lorsque l'on s'intéresse à l'impact des mesures prises par le gouvernement du Sénégal, nous constatons, comme le montre la graphique 9, qu'elles sont salvatrices car ayant permis d'éviter 8 860 cas de personnes infectées.

Figure 9 : Impact des mesures prises



Source : Auteurs

En effet, si le gouvernement n'avait pas pris de mesures strictes pour freiner l'épidémie, deux millions de personnes seraient touchées. Aussi, le pic serait atteint très rapidement et serait monté très haut. En revanche, avec son intervention, la courbe est beaucoup plus aplatie, avec une vague d'infectés beaucoup plus réduite, seulement 500 000 personnes.

Rappelons que le gouvernement avait mobilisé un Fonds de Riposte et de Solidarité de 1 000 milliards de francs CFA pour amortir le choc occasionné par la pandémie de la COVID-19, dont 64,4 milliards destinés au soutien du secteur de la santé.

Les conséquences économiques de l'évolution de cette épidémie peuvent être appréhendées sous deux angles. D'abord, les mesures sanitaires et de précaution mises en œuvre, bien qu'indispensables, demeurent très coûteuses. Ainsi, avec le scénario d'un pic à 500 000 infectés en juin 2020, le système de santé serait submergé et le taux de létalité plus élevé. Déjà, si l'on se fie aux statistiques du MSAS (tableau 3 en annexe), au 30 avril 2020, le gouvernement a dépensé 6,79 milliards de francs CFA pour les 9701 cas contacts suivis depuis le début de l'épidémie, en plus des 845 millions de francs CFA concernant les cas infectés – guéris (650) et hospitalisés (1040).

Le coût global serait estimé à 257,63 milliards de francs CFA avec le pic de 500 000 infectés en juin 2020 ; ce qui impliquerait un supplément de 193,23 milliards de francs, soit trois fois plus que le montant initialement affecté au secteur de la santé.

Ensuite, si la crise sanitaire perdure encore plusieurs semaines, sans réelle reprise de l'activité

économique dans les pays partenaires notamment industrialisés, le programme de résilience économique et sociale consistant, entre autres, à assurer l’approvisionnement en produits essentiels – hydrocarbures, médicaments, denrées de première nécessité – risque de connaître de sérieuses difficultés. En effet, pour des raisons de sécurité de leurs approvisionnements internes, ces partenaires seront contraints de limiter très drastiquement, voire d’arrêter leurs exportations de produits essentiels.

Cette situation va davantage amplifier les effets néfastes du ralentissement actuel de l’activité économique des pays partenaires, très sévèrement touchés par la pandémie de la COVID-19, sur l’économie sénégalaise. Dans cette perspective, Dieng et al. (2020) ont montré que le Sénégal connaîtrait une récession économique sévère, quel que soit le scénario envisagé. Pour l’année 2020, le scénario le moins défavorable correspondrait à une diminution de 1,4% du produit intérieur brut (PIB) du Sénégal. Il s’agirait de la pire performance économique du pays depuis son indépendance (Dieng et al., 2020).

5. Conclusion et implications de politique économique

Cette contribution s’est assignée comme objectif d’évaluer l’évolution de l’épidémie de la COVID-19 au Sénégal et d’analyser les conséquences économiques de cette évolution. Pour y parvenir, nous avons utilisé le modèle épidémiologique compartimental SEIR – sains (S), exposés (E), infectés (I) et remis (R) – revu pour prendre en compte la spécificité des mesures mises en œuvre par le Sénégal. Ce modèle revu, appelé SEQNDR, intègre les personnes infectées mises en quarantaine (Q), celles infectées non mises en quarantaine (N) et celles décédées (D).

Les résultats des différents *scenarii* ont été discutés. Parmi les résultats les plus importants, nous pouvons retenir qu’une baisse des contacts par individu infecté de 11 à 9 individus (scénario 2) entraînerait une réduction des cas répertoriés de 62,3% au bout de 100 jours.

Les résultats ont aussi révélé un impact positif des mesures prises par le gouvernement du Sénégal puisque celles-ci ont permis d’éviter 8 860 cas de personnes infectées. En effet, si ces mesures n’étaient pas de rigueur, deux millions de personnes seraient touchées. Aussi, la vague d’infectés serait atteinte très rapidement. En revanche, avec son intervention, la courbe est beaucoup plus aplatie, avec un pic beaucoup plus réduit de 500 000 personnes infectées.

Les résultats suggèrent aux autorités de rechercher de nouveaux fonds ou de revoir la répartition

de l'enveloppe globale du Fonds de Riposte et de Solidarité pour anticiper les dépenses supplémentaires requises par le maintien de la stratégie actuelle de gestion de la crise sanitaire. Le confinement total constitue une stratégie plus optimale car favorisant une vague d'infectés beaucoup plus faibles, mais serait très coûteux sur les plans économique et surtout social. Le contexte socioculturel actuel ne semble pas propice à sa mise en œuvre effective.

Une autre implication consiste à mettre promptement en branle une politique économique qui promeut une production conséquente de biens de première nécessité pour parer à une éventualité fort probable de pénurie de certains produits importés, en cas d'enlisement de la crise sanitaire.

Bibliographie

A. GUIRO, B. KONE et S. OUARO (2020, mars), « *Mathematical model of the spread of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Burkina Faso* ».

B. Z. DIOP, M. NGOM, C. P. BEYONG, J. N. P. BYONG (2020, mai), « *Predicting Covid-19's spread in Africa: rural and relatively young population may limit the spread and severity* », medRxiv <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.03.20089532v2>

B. M. NDIAYE, L. TENDENG, D. SECK (Avril, 2020), « *Comparative prediction of confirmed cases with COVID-19 pandemic by machine learning deterministic and stochastic SIR models* », arXiv:2004.13489 [q-bio.PE].

H. FROESE (2020, avril), « *Infectious Disease Modelling: Beyond the Basic SIR Model* », <https://towardsdatascience.com/infectious-disease-modelling-beyond-the-basic-sir-model-216369c584c4>

M. A. ZAKS, A. NEPOMNYASHCHY (2018, mars), « *Subdiffusive and superdiffusive transport in plane steady viscous flows* », PNAS September 10, 2019 116 (37) 18245-18250; first published March 19, 2018 <https://doi.org/10.1073/pnas.1717225115>

P. LIANGRONG, W. YANG, C. ZHUGE, L. HONG (2020, février), « *Epidemic analysis of COVID-19 in China by dynamical modeling* », ResearchGate, DOI: 10.1101/2020.02.16.20023465.

Annexes

Tableau 3 : Coût de la prise en charge des mis en quarantaine

	Quarantaine
Cas contacts suivis depuis le début	9 701
Frais de prise en charge à l'hôtel	50 000
Nombre jours	14
Montant total (hôtel)	6 790 700 000

Source : MSAS (déclaration du Directeur du COUS du 30 avril 2020)

Tableau 4 : Estimation du coût global avec un pic de 500 000 infectés

	Infectés		
	Guéris	Hospitalisation	Prévision des cas (besoins)
Nombre de personnes	650	1 040	500 000
Coût unitaire	500 000	500 000	500 000
Total	325 000 000	520 000 000	250 000 000 000

Source : Auteurs

Les lecteurs sont invités à découvrir le simulateur SEQNRD pour de plus amples informations relatives à la COVID-19 au Sénégal, en cliquant sur le lien ci-dessous :

<https://begonseqnrmodel.shinyapps.io/LAREM/>