

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN OUTAOUAIS

MÉMOIRE DE MAÎTRISE

PRÉSENTÉ À

CÉLINE GAUTHIER, PhD.

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN ÉCONOMIE FINANCIÈRE

PAR

ANAS SAHA

L'IMPACT DE LA COVID-19 SUR LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE :

UNE PRÉVISION PAR LA COURBE DES TAUX

OCTOBRE 2020

Résumé

La pandémie qui a submergé le monde entier en 2020 a fait plusieurs dégâts économiques, et les anticipations futures restent floues. Dans ce mémoire nous avons effectué une prévision de la croissance économique aux États-Unis, en appliquant la courbe des taux comme une variable explicative. Pour ce faire, nous avons utilisé le modèle de Harvey (1989). Nos résultats démontrent que l'économie réalisera un léger rebondissement entre le troisième trimestre 2020 et le troisième trimestre 2021.

Mots clés : Courbe des taux, COVID-19, Spread, Croissance économique.

Remerciements

Je tiens à adresser mes plus vifs remerciements, à Madame Céline Gauthier, PH.D., ma directrice de mémoire, pour sa disponibilité et sa présence pour me répondre et m'apporter de l'aide nécessaire tout au long de ce travail.

Je remercie infiniment les membres du jury, messieurs David Tessier, PH.D., et Yan Li, PH.D., pour leur lecture et évaluation de ce travail. Je remercie chaleureusement tous les professeurs de la maîtrise en Économie financière, qui ont pu nous transmettre le bagage essentiel qui nous renforcera tout au long de notre carrière.

Enfin, mes reconnaissances vont également à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce mémoire de fin d'études.

Dédicace

Que ce travail soit l'expression de toute ma reconnaissance à mes chers parents:

Aucun mot ne saurait être assez éloquent pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous ne cessez de me donner. Vous m'avez accompagné jusque-là avec vos encouragements, vos prières, votre grand cœur et votre affection. Le chemin est encore long, votre présence est incontournable, je vous souhaite santé et longue vie.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Résumé..... | 2 |
| Remerciements..... | 3 |
| Dédicace..... | 4 |
| Table des matières..... | 5 |
| Liste des tableaux..... | 7 |
| 1. Introduction | 9 |
| 2. Économie et marchés financiers: Quels impacts après une pandémie? | 12 |
| 2.1. Pandémies: Conceptualisation, histoire et impacts sur l'économie | 12 |
| 2.1.1. Virus, épidémie et pandémie: définitions..... | 12 |
| 2.1.2. Histoires des pandémies | 13 |
| 2.1.3. Impact économique dans l'histoire | 15 |
| 2.2. COVID-19: Origine, évolution et son impact sur l'économie | 17 |
| 2.2.1. Nature et origine de la COVID-19 | 17 |
| 2.2.2. Évolution et mesures préventives..... | 19 |
| 2.2.3. Impact économique durant la COVID-19 | 25 |
| 3. Structure à terme des taux d'intérêt: Utilité et importance pour la prévision économique | 28 |
| 3.1. Structure à terme des taux d'intérêt: Explications et différentes formes | 28 |
| 3.1.1. Définition de la courbe des taux | 28 |
| 3.1.2. Formes de la courbe des taux | 29 |
| 3.2. Courbe des taux: Théories et justifications de son pouvoir prédictif | 34 |
| 3.2.1. Théories sur la structure à terme des taux d'intérêt | 34 |
| 3.2.2. Courbe des taux: Est-elle un bon indicateur de prévision économique? | 36 |
| 4. Prévision de la croissance économique après la COVID-19..... | 40 |
| 4.1. Données et présentation de la méthodologie | 40 |
| 4.1.1. Données | 40 |
| 4.1.2. Méthodologie..... | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2. Résultats et prévision..... | 43 |
| 4.2.1. Présentation des résultats et discussions..... | 43 |
| 4.2.2. Prévisions de la croissance économique aux États-Unis | 49 |
| 5. Conclusion..... | 53 |
| 6. Références bibliographiques | 55 |
| 7. Annexes..... | 59 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1: Revue historique sur les pandémies | 14 |
| Tableau 2: L'évolution de la COVID-19..... | 20 |
| Tableau 3: Horizon de prévision du PNB réel par la pente de la courbe des taux..... | 32 |
| Tableau 4: Régression du spread des obligations de 10 ans et les bons de trésors de 3 mois..... | 33 |
| Tableau 5 : Résultats des régressions à une variable | 46 |
| Tableau 6 : Résultats des régressions à deux variables..... | 48 |
| Tableau 7 : Comparaison de la croissance prévue et la croissance effective avant la COVID-19..... | 49 |
| Tableau 8: Résultats de la régression avec la variable de la courbe des taux de 10 ans . | 59 |
| Tableau 9: Résultats de la régression avec la variable de la courbe des taux de 5 ans ... | 59 |
| Tableau 10 : Résultats de la régression avec deux variables : La courbe des taux de 10 ans et le S&P500 | 60 |
| Tableau 11: Résultats de la régression avec deux variables : La courbe des taux de 5 ans et le S&P500 | 60 |
| Tableau 12: Résultats de la régression avant COVID-19 avec la courbe des taux de 10 ans pour prévoir T1-2019..... | 61 |
| Tableau 13 : Résultats de la régression avant COVID-19 avec la courbe des taux de 10 ans pour prévoir T2-2019..... | 61 |
| Tableau 14 : Résultats de la régression avant COVID-19 avec la courbe des taux de 5 ans pour prévoir T1-2019..... | 62 |
| Tableau 15 : Résultats de la régression avant COVID-19 avec la courbe des taux de 5 ans pour prévoir T2-2019..... | 62 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1: Les principaux réservoirs et modes de transmission des coronavirus | 18 |
| Figure 2: Total des cas de la COVID-19 en date du 06 septembre 2020 à 20:25 GMT . | 22 |
| Figure 3: Total des morts de la COVID-19 en date du 06 septembre 2020 à 20:25 GMT | 23 |
| Figure 4: Représentation de la courbe des taux normale | 30 |
| Figure 5: Représentation de la courbe des taux inversée | 31 |
| Figure 6: Représentation de la courbe des taux aplatie..... | 33 |
| Figure 7 : Représentation de la croissance annuelle du PNB et la courbe des taux de 10 ans retardée..... | 44 |
| Figure 8 : Représentation de la croissance annuelle du PNB et la courbe des taux de 5 ans retardée..... | 44 |
| Figure 9 : Représentation de la croissance annuelle du PNB et le rendement trimestriel du S&P 500 retardé | 47 |
| Figure 10 : Évolution des taux des obligations de 10 ans et de 5 ans, et des bons de trésors de 3 mois entre T4-2019 et T2-2020 | 50 |
| Figure 11: Évolution de la courbe des taux entre T4-2019 et T2-2020 | 51 |
| Figure 12 : Représentation de la croissance annuelle du PNB réel et les courbes de taux de 10 ans et 5 ans retardées | 63 |

1. Introduction

Tout le monde est conscient que l'année 2020 est une année exceptionnelle, non pas pour sa splendeur, mais plutôt pour les péripéties et l'incertitude dans lesquelles le monde entier est plongé. L'acteur principal de cette étrange année est la COVID-19 ou le Coronavirus comme le nomment beaucoup de gens.

Le virus a atteint plusieurs millions de personnes dans le monde entier, et a tué plus d'un million de personnes à ce jour. Certes, la vie et la santé de tout le monde sont primordiales, mais ce qui nous intéressera dans ce travail, c'est plutôt le côté économique et financier durant cette crise sanitaire.

Les mesures prises pendant cette année ont participé de façon directe et indirecte au ralentissement économique, de la diminution de consommation des ménages, à la fermeture de plusieurs commerces, jusqu'à la suppression de nombreux postes d'emploi, et donc l'augmentation du taux de chômage.

Dans un contexte d'incertitude et d'insécurité, tout le monde est curieux de savoir de quoi le futur est fait, surtout à court-terme. Plusieurs recherches ont été menées récemment dans le but d'éclaircir l'impact de la pandémie sur l'économie mondiale, et plus particulièrement, le cas des États Unis. Toutefois, ces recherches ont présenté des conclusions contradictoires. Certains travaux sont pessimistes par rapport à l'avenir de l'économie comme Gourinchas (2020), qui conclue que pendant une courte période, jusqu'à 50% de la population active pourrait ne pas être en mesure de trouver du travail. De plus, même si aucune mesure de confinement n'avaient été mises en œuvre, une récession se serait produite de toute façon, alimentée par le comportement de précaution et de panique des ménages et des entreprises confrontés à l'incertitude de faire face à une pandémie, et une réponse de santé publique insuffisante. Carlsson-Szlezak et al. (2020) de leurs côtés ne sont pas plus positifs que Gourinchas par rapport à l'avenir

économique, et déclarent qu'après les pandémies précédentes, telles que la grippe espagnole de 1918, la grippe asiatique de 1958, la grippe de Hong Kong de 1968 et l'épidémie de SRAS de 2002, les économies ont connu une reprise en forme de «V». Cependant, la reprise économique de la COVID-19 ne devrait pas être simple. En effet, les effets sur l'emploi dus aux mesures de distanciation sociale et aux restrictions devraient être beaucoup plus importants.

Baldwin (2020) qui est relativement optimiste, discute du choc d'anticipation par lequel il y a une attitude «attentiste» adoptée par les agents économiques. L'auteur fait valoir que cela est courant dans les climats économiques caractérisés par des incertitudes, car il y a moins de confiance dans les marchés et l'ensemble des transactions économiques.

Dans ce contexte, nous pensons qu'il est important de mener une étude en vue d'apporter un avis complémentaire à ce sujet.

De ce fait, À travers ce mémoire, nous allons tenter de répondre à la question de recherche suivante : Quel est l'impact de la COVID-19 sur la croissance économique aux États-Unis?

Concrètement, notre travail sera de prévoir la croissance économique annuelle aux États-Unis, allant du troisième trimestre 2020 jusqu'au troisième trimestre 2021. Pour ce faire nous allons exploiter les données des obligations et des bons de trésor, principalement la structure à terme des taux d'intérêt ou la courbe des taux de son autre appellation. Kessel (1965) fût le premier à discuter du co-mouvement de la courbe des taux avec le cycle économique. Il a découvert l'existence d'une association entre l'écart de rendement (communément appelé spread) et les conditions économiques, comme la récession ou la reprise. Par la suite, plusieurs chercheurs ont profité des informations que contient la courbe des taux pour prévoir le taux d'inflation (J. Frankel et al 1991), la production (A. Estrella et al 2005), et la croissance économique (C. Harvey 1989).

Afin de répondre à notre question principale, nous allons présenter dans un premier lieu une mise en contexte du sujet, avec un aperçu historique sur les virus qui ont marqué l'histoire humaine dont le Coronavirus, ainsi que leurs impacts sur l'économie. Nous expliquerons ensuite la structure à terme des taux d'intérêt, tout en présentant son pouvoir prédictif pour l'activité économique. Dans le chapitre suivant, nous présenterons la méthodologie adoptée pour prévoir la croissance économique, notamment le modèle de Harvey, ainsi que les résultats des estimations des régressions linéaires simple et multiple. Finalement, nous dévoilerons les résultats des prévisions de la croissance économique annuelle entre le troisième trimestre 2020 et le troisième trimestre 2021 avec une conclusion générale.

2. Économie et marchés financiers: Quels impacts après une pandémie?

2.1. Pandémies: Conceptualisation, histoire et impacts sur l'économie

Dans la première section, nous allons présenter d'abord quelques définitions pour éclaircir des concepts non économiques ou financiers, que nous verrons à plusieurs reprises dans ce travail. Nous présentons ensuite les pandémies qui ont affecté l'être humain dans l'histoire ainsi que leurs impacts économiques.

2.1.1. Virus, épidémie et pandémie: définitions

- **Un virus** (du latin virus, poison) est un agent infectieux très petit, qui possède un seul type d'acide nucléique, A.D.N. ou A.R.N., et qui ne peut se reproduire qu'en parasitant une cellule. Les virus sont connus par leur changement de forme durant leur cycle.¹

- **Une épidémie** est définie par le dictionnaire Larousse (du grec epi, et dêmos, peuple, littéralement "qui circule dans le peuple") comme une atteinte simultanée d'un grand nombre de personnes par une maladie contagieuse. Ce terme a été utilisé pour la première fois par Hippocrate un grand médecin de l'antiquité (v. 477 avant J.-C.-v. 360 avant J.-C.), à propos des oreillons – a été employé exclusivement pour décrire les poussées aiguës de maladies infectieuses, et donc transmissibles.²

- **Une pandémie** est un type d'épidémie qui se rapporte à la propagation géographique et décrit une maladie qui affecte un pays tout entier ou le monde entier. Une pandémie de grippe survient lorsqu'un nouveau virus grippal apparaît et se propage dans le monde entier, en l'absence d'immunité dans la grande majorité de la population. En général, les

¹ Larousse encyclopédie

² Idem

virus qui ont provoqué des pandémies dans le passé avaient pour origine des virus grippaux de l'animal.³

2.1.2. Histoires des pandémies

Les virus, les épidémies et les pandémies ne sont pas un phénomène nouveau. Ils se sont apparus plusieurs fois durant l'histoire humaine⁴. Dans cette partie nous allons revoir les épidémies/ pandémies qui ont marqué notre existence. Le tableau 1 présente une revue historique de ces catastrophes.

La grippe espagnole reste la plus grosse épidémie dans l'histoire moderne. Elle a touché près d'un quart de la population mondiale⁵ et a tué entre 40 et 50 millions de personnes entre 2% et 3% de la population mondiale à l'époque— cette grippe partage des points en commun avec la pandémie actuelle COVID-19, notamment avec un manque d'accès au vaccin, qui oblige les pays à prendre des mesures préventives afin de réduire la transmission massive du virus, en fermant les écoles, les églises, les bars et d'autres lieux de rassemblement.⁶

³ Organisation Mondiale de Santé

⁴ B. D. Kelly, "Plagues, pandemics and epidemics in Irish history prior to COVID-19 (coronavirus): what can we learn?". Irish Journal of Psychological Medicine, page 1 à 6, 2020.

⁵ Sverre-Erik Mamelund, "La grippe espagnole de 1918 est-elle responsable du baby-boom de 1920 en Norvège? Le cas d'un pays neutre", Population 2004/2 (Vol. 59), pages 269 à 302.

⁶ Bootsma MCJ, Ferguson NM, "The effect of public health measures on the 1918 influenza pandemic in U.S. cities". Proc Natl Acad Sci U S A 2007;104(18):7588–93.

Tableau 1: Revue historique sur les pandémies

| Nom | Période | Type | Estimation du nombre de décès |
|-------------------------------------|----------------|---|--------------------------------------|
| Peste antonine | 165-180 | On pense qu'il s'agit de la variole ou de la rougeole | 5M |
| Peste de Justinien | 541-542 | Bacille de la peste bactérie/ puce | 30M à 50M |
| Épidémie de variole au Japon | 735-737 | Virus variole majeur | 1M |
| Peste noire | 1347-1351 | Bacille de la peste bactérie/ puce | 200M |
| Nouvelle épidémie de variole | 1520 et plus | Virus variole majeur | 56M |
| Peste italienne | 1629-1631 | Bacille de la peste bactérie/ puce | 1M |
| Grande peste de Londres | 1665 | Bacille de la peste bactérie/ puce | 100 000 |
| Pandémie du choléra 1-6 | 1817-1923 | Bactérie du choléra | + 1M |
| Troisième peste | 1885 | Bacille de la peste bactérie/ puce | 12M (Chine et Inde) |
| Fièvre jaune | Fin 1800 | Virus/ moustiques | 100 000-150 000 |
| Grippe russe | 1889-1890 | H2N2/ origine aviaire | 1M |
| Grippe espagnole | 1918-1919 | Virus H1N1/ cochons | 40M à 50M |
| Grippe asiatique | 1957-1958 | Virus H2N2 | 1,1M |
| Grippe de Hong Kong | 1968-1970 | Virus H3N2 | 1M |
| VIH/ SIDA | 1981-Présent | Virus/ chimpanzés | 25M à 30M |
| SRAS | 2002-2003 | Coronavirus/ chauves-souris, civettes | 770 |

| | | | |
|-----------------|---------------|---------------------------------------|---------|
| Grippe A | 2009-2010 | Virus H1N1/ cochons | 200 000 |
| MERS-CoV | 2012- Présent | Coronavirus/ chauves-souris, Chameaux | 850 |
| Ebola | 2014-2016 | Virus Ebola/ animaux sauvages | 11 000 |

Source: Forum économique mondial (2020)⁷

N.B: les nombres de décès énumérés ci-dessus sont les meilleures estimations basées sur les recherches disponibles. Certains, comme la peste de Justinien, font l'objet d'un débat basé sur de nouvelles preuves.

2.1.3. Impact économique dans l'histoire

a) Les effets économiques de la grippe espagnole

Quelques années avant la grande récession des années 30 du siècle précédent, causée par la crise de 1929, le monde a connu un ralentissement économique entraîné d'une part par la Première Guerre mondiale (1914-1918) et d'autre part par la grippe espagnole. Dans ce sens, J Barro et al (2020) ont fait la distinction entre l'effet économique de la guerre et celui de la pandémie.

L'impact économique et financier de la grippe espagnole était certes temporaire, mais marquant. Sur le marché financier, les rendements réels des actions (basés sur les grands indices de marché) ont réalisé une baisse de 26 points de pourcentage, avec une reprise à court-terme. Quant aux rendements réels sur les bons de trésors américains de court-terme, ils ont baissé considérablement de 14 points de pourcentage. Cette dépréciation peut être interprétée en partie comme une baisse du taux d'intérêt réel "sûr" attendu, et

⁷ Nicolas LePan, "Visualizing the History of Pandemics", 15 Mars 2020.

en partie comme un effet d'une inflation plus élevée sur les rendements réels. Économiquement, l'inflation était plus élevée temporairement de 20 points de pourcentage après la pandémie.⁸ Cependant, les effets de la grippe espagnole sur l'économie mondiale disparaissent dès le début de ce qu'on appelle "les années folles", à partir de 1920.

b) Les effets économiques des épidémies/ pandémies du 21e siècle

Le 21e siècle quant à lui, a connu plusieurs épidémies/ pandémies avant l'apparition de la COVID-19 : SRAS, H1N1, MERS, Ebola et Zika⁹. L'étude faite par Chang Ma et al (2020) sur les effets économiques et financiers de ces différents virus, a montré l'impact négatif et persistant d'une épidémie/ pandémie sur le PIB jusqu'à cinq ans après la maladie. De plus, les rentabilités sur les actifs sont significativement inférieures pour les entreprises se situant dans les pays touchés, ainsi qu'un taux d'emploi nettement inférieur¹⁰.

Toutefois, il est difficile de calquer ces effets historiques estimés pour prévoir les effets économiques et financiers de la COVID-19. Bien qu'il existe de nombreuses similitudes entre ces épidémies/ pandémies et la COVID-19, beaucoup suggèrent que cette pandémie aura des impacts sans précédent sur l'activité économique¹¹.

⁸ Robert J. Barro, José F. Ursúa, Joanna Weng, " The coronavirus and the great influenza pandemic: Lessons from the "Spanish flu" for the coronavirus's potential effects on mortality and economic activity", Mars 2020.

⁹ Jamison, D., H. Gelbman, S. Horton, P. JHA, R. Laxminarayan, C. Mock, R. Nugent: "Disease Control Priorities: Improving Health and Reducing Poverty", 2017.

¹⁰ Chang Ma, John Rogers, Sili Zhou, "Global Economic and Financial Effects of 21st Century Pandemics and Epidemics", juin 2020.

¹¹ Idem.

2.2. COVID-19: Origine, évolution et son impact sur l'économie

Dans cette section nous allons présenter l'origine de la COVID-19 ainsi que son évolution depuis son apparition à la fin de l'année 2019. Nous présenterons par la suite les principales répercussions du virus sur l'économie.

2.2.1. Nature et origine de la COVID-19

a) Coronavirus

Avant d'expliquer la COVID-19 et ses caractéristiques, nous présentons ici la définition du coronavirus proposée par l'organisation mondiale de santé. "Les coronavirus (CoV) forment une grande famille de virus qui provoquent des manifestations allant du simple rhume à des maladies plus graves tels que le syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS)¹² et le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS)¹³".

Les sous-groupes de la famille des coronavirus sont les coronavirus alpha (a), bêta (b), gamma (c) et delta (d). Seuls les coronavirus α et β ont la capacité d'infecter les humains, la consommation d'animal infecté comme source de nourriture est la principale cause de transmission d'animal à humain du virus, ainsi qu'en raison d'un contact étroit avec une personne infectée. Le virus est par la suite transmis à des personnes en bonne santé. Ce cheminement est bien expliqué dans la figure 1 ci-

¹²" Le syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS) est une maladie respiratoire virale due à un nouveau coronavirus (MERS-CoV) détecté pour la première fois en 2012 en Arabie saoudite" selon l'OMS.

¹³"Le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) est une maladie d'étiologie inconnue qui a été décrite chez des patients en Asie, en Amérique du Nord et en Europe en 2003". Selon l'OMS.

dessous, où la flèche noire en pointillé montre la possibilité d'un transfert viral de la chauve-souris tandis que la flèche noire pleine représente le transfert confirmé.¹⁴

"Les coronavirus sont zoonotiques, c'est-à-dire qu'ils se transmettent de l'animal à l'homme. Des enquêtes détaillées ont révélé que le SARS-CoV se transmettait de la civette à l'homme et le MERS-CoV du dromadaire à l'homme. Plusieurs coronavirus connus qui n'ont pas encore infecté l'homme circulent chez certains animaux. Les signes courants d'infection sont les symptômes respiratoires, la fièvre, la toux, l'essoufflement et la dyspnée. Dans les cas plus graves, l'infection peut provoquer une pneumonie, un syndrome respiratoire aigu sévère, une insuffisance rénale et même la mort."¹⁵

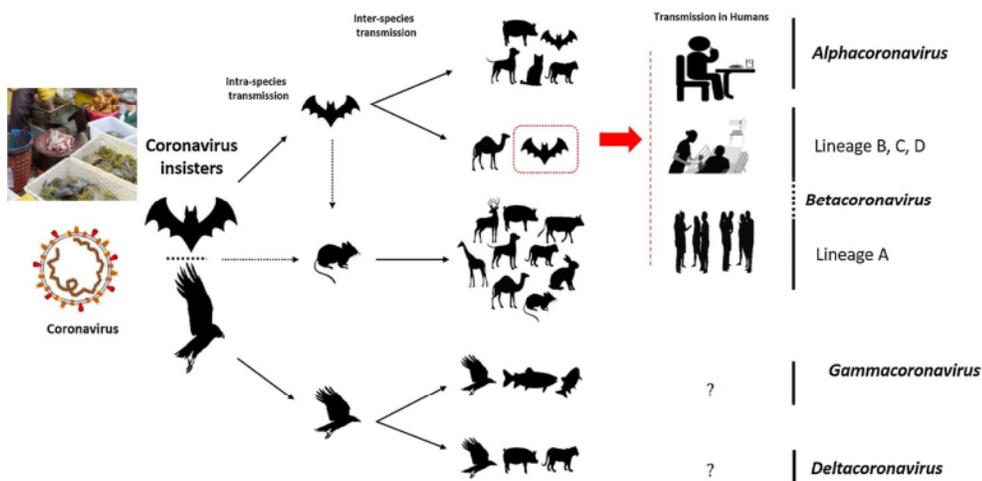


Figure 1: Les principaux réservoirs et modes de transmission des coronavirus

Source: Journal of Advanced Research16

¹⁴ Muhammad Adnan Shereen, Suliman Khan, Abeer Kazmi, Nadia Bashir, Rabeea Siddique, " COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses", 2020, Journal of Advanced Research.

¹⁵ Organisation mondiale de santé.

¹⁶ IDEM

b) COVID-19

Selon la définition de L'OMS, "le coronavirus (COVID-19) est une maladie infectieuse causée par un coronavirus nouvellement découvert. La plupart des personnes infectées par le virus COVID-19 souffriront d'une maladie respiratoire légère à modérée et se rétabliront sans nécessiter de traitement spécial. Les personnes âgées et celles qui ont des problèmes médicaux sous-jacents comme les maladies cardiovasculaires, le diabète, les maladies respiratoires chroniques et le cancer sont plus susceptibles de développer une maladie grave".¹⁷

La COVID-19 a été signalé comme un virus du groupe β des coronavirus, et a été nommé coronavirus de Wuhan ou nouveau coronavirus 2019 (2019-nCov) par les chercheurs chinois. Le Comité international de taxonomie des virus (ICTV) a nommé le virus comme le SRAS-CoV-2 et la maladie comme la COVID-19. Dans l'histoire, le SRAS-CoV (2003) a infecté 8098 individus avec un taux de mortalité de 9%, dans 26 pays du monde, d'autre part, la COVID-19 a infecté 27,234,299 individus avec un taux de mortalité de 3,3%, sur 215 pays, jusqu'à la date de cette rédaction. Il montre que le taux de transmission du SARS-CoV-2 est supérieur à celui du SRAS-CoV.¹⁸

2.2.2. Évolution et mesures préventives

a) Évolution de la COVID-19

Le premier cas de pneumonie d'étiologie inconnue a été découvert le 8 décembre 2019 sur un marché de fruits de mer à Wuhan dans la province de Hubei, au centre de la

¹⁷ Organisation mondiale de santé.

¹⁸ Muhammad Adnan Shereen, Suliman Khan, Abeer Kazmi, Nadia Bashir, Rabeea Siddique, " COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses", 2020, Journal of Advanced Research. Les chiffres du COVID-19 sont mis à jour à la date de cette rédaction: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>

Chine¹⁹. Par la suite le bureau de l'OMS en Chine a reçu le 31 décembre 2019 un rapport de 29 cas du même virus. Le 12 janvier 2020, la Commission nationale de la santé de Chine (NHCC) a publié des détails supplémentaires sur l'épidémie, suggérant une pneumonie virale²⁰.

Moins d'un mois après, le virus s'était propagé dans toute la Chine, qui a prolongé les vacances du Nouvel An pour limiter la circulation du virus, et a mis les 50 millions d'habitant de Hubei en quarantaine. Vers la fin du mois de janvier 2020, des pays voisins comme la Corée du Sud et l'Iran, ainsi que les États-Unis et l'Europe ont eu de nombreux cas. Dans ce sens l'OMS a déclaré l'état d'urgence sanitaire mondial le 30 janvier 2020.

Dans le tableau 2 ci-dessous, nous montrerons l'évolution de la COVID-19 au cours de la période critique, depuis sa première apparition en décembre 2019 jusqu'à ce qu'il devienne global et grave dans la plupart des pays du globe.

Tableau 2: L'évolution de la COVID-19

| Date | Événements |
|------------------|--|
| 8 Décembre 2020 | 1er cas de pneumonie à Wuhan, Hubei en Chine selon Na Zhu et al (2020) |
| 31 Décembre 2020 | Plusieurs cas reportés à Wuhan selon le bureau de l'OMS en Chine |
| 7 Janvier 2020 | L'OMS identifie la COVID-19 |
| 11 Janvier 2020 | La chine annonce le premier mort de la COVID-19 selon Worldometer |
| 13 Janvier 2020 | Le premier cas reporté en dehors de la Chine, en Thaïlande selon l'OMS |

¹⁹ Na Zhu, et al, "A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019", (2020), The New England Journal of Medicine.

²⁰ Jimmy Whitworth, "COVID-19: a fast evolving pandemic", 2020, Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene.

| | |
|-----------------|---|
| 22 Janvier 2020 | L'OMS trouve des preuves de transmission entre humains en Chine |
| 23 Janvier 2020 | La chine impose le confinement aux villes de Wuhan, Xiantao et Chibi |
| 25 Janvier 2020 | Le premier cas reporté au Canada à Toronto selon le gouvernement ontarien |
| 30 Janvier 2020 | L'OMS déclare l'état d'urgence sanitaire mondial |
| 2 Février 2020 | Le premier mort du virus en dehors de la Chine, en Philippines selon l'OMS |
| 9 Février 2020 | Le nombre de morts en Chine dépasse ceux du SRAS selon l'OMS |
| 23 Février 2020 | Les cas de la COVID-19 augmentent en Italie, et devient la plus grande épidémie en dehors de l'Asie |
| 8 Mars 2020 | - Plus de 100 pays signalent des cas de la COVID-19 selon Worldmeter; - L'Italie impose le confinement dans la région de la Lombardie. |
| 11 Mars 2020 | L'OMS déclare la COVID-19 une pandémie par son directeur général Tedros Adhanom Ghebreyesus |
| 14 Mars 2020 | Le Québec déclare l'état d'urgence pour la première fois de son histoire |
| 16 Mars 2020 | La fermeture des frontières canadiennes à tous les voyageurs internationaux, sauf ceux en provenance des États-Unis |
| 19 Mars 2020 | Le nombre de morts en Italie dépasse celui de la Chine selon l'OMS |
| 20 Mars 2020 | L'Union Européenne suspend les règles de déficit public pour injecter une relance budgétaire dans les pays. La commission a activé "la clause de circonstance exceptionnelle" ²¹ |
| 21 Mars 2020 | Fermeture de la frontière Canado-américaine pour les voyages non essentiels. C'est la deuxième fois de l'histoire après les heures qui ont suivi les attentats du 11 septembre, selon la recherche menée par la bibliothèque du parlement. |
| 25 Mars 2020 | Les dirigeants de la Maison Blanche et du Sénat des partis démocrate et républicain aux États-Unis parviennent à un accord sur une relance de 2 billions de dollars américains pour les travailleurs humanitaires, les entreprises et le système de soins de santé en réponse à la pandémie |
| 26 Mars 2020 | Les États-Unis sont en tête des cas de la COVID-19 au monde selon l'OMS |

²¹ Commission Européenne: Avec la clause de circonstance exceptionnelle, les États de l'Union Européenne devraient justifier leurs dépenses liées à la crise du COVID-19 et pourquoi ils ne l'intègrent pas dans le calcul de leur déficit. Avec cette clause, ils font ce qu'ils veulent.

| | |
|--------------|--|
| 8 Avril 2020 | 76 jours après, la Chine lève le confinement à Wuhan |
|--------------|--|

Source: effectué par nos soins

Dans la figure 2 et la figure 3, nous représentons respectivement le progrès des cas total du virus, ainsi que le nombre total des morts. Notons que les cas et les décès ont commencé à augmenter à partir de la fin du mois de mars 2020. Au jour de cette rédaction, leurs courbes restent toujours exponentielles.

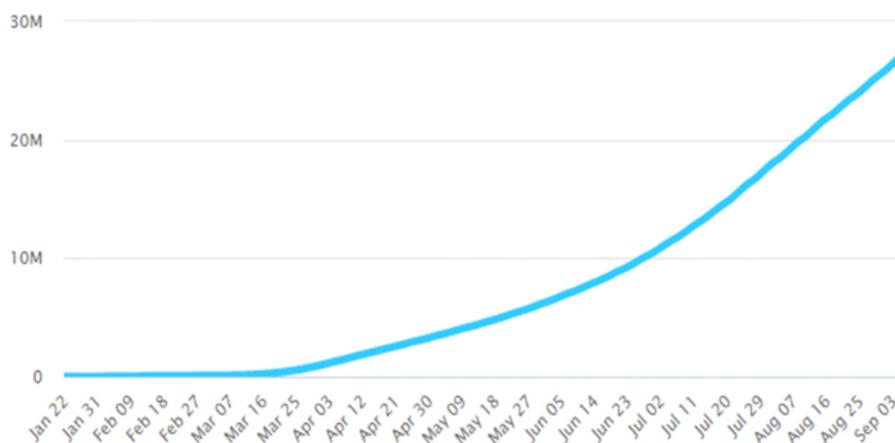


Figure 2: Total des cas de la COVID-19 en date du 06 septembre 2020 à 20:25 GMT

Source: Worldometer²²

²² <https://www.worldometers.info/coronavirus/worldwide-graphs/#total-cases>

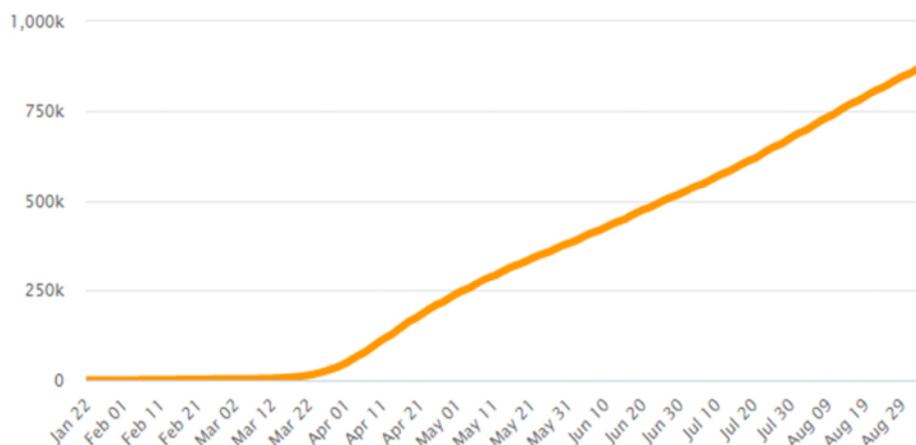


Figure 3: Total des morts de la COVID-19 en date du 06 septembre 2020 à 20:25 GMT

Source: Worldometer²³

b) Mesures préventives contre la COVID-19

Avant de parler d'impact de la COVID-19 sur l'économie, nous allons discuter les mesures de préventions prises par les gouvernements pour limiter la propagation du virus. Ces mesures ont une portée plus globale que leurs précédents, et elles ont perturbé les chaînes d'approvisionnement internationales ainsi que la demande globale et les modes de consommation. Cela a à son tour conduit à des turbulences accrues sur les marchés financiers et a amplifié le choc économique. De plus, des emprunts plus importants et des niveaux d'endettement plus élevés parmi les entreprises et les ménages pendant cette période rendent les chocs à court terme plus puissants par rapport aux pandémies précédentes.²⁴

²³ www.worldometers.info/coronavirus/worldwide-graphs/#total-deaths

²⁴ Boissay, F., Rungcharoenkitkul, P. "Macroeconomic effects of Covid-19: An early review". (2020). À *BIS Bulletins* (No. 7; *BIS Bulletins*). Banque des Règlements Internationaux.

Les gouvernements se sont trouvés devant deux choix pour répondre à l'évolution du virus: la suppression ou la réduction du virus.²⁵

La stratégie de suppression qui vise à inverser la croissance de la pandémie, et à réduire le nombre de cas à de faibles niveaux, a bien réussi en Chine et en Corée du Sud. Sauf que cette stratégie entraîne d'énormes coûts sociaux et économiques, qui peuvent eux-mêmes avoir un impact significatif sur la santé surtout mentale et le bien être à court et long terme.

Quant à la stratégie de réduction, elle se concentre sur le ralentissement de la propagation et la réduction de demande en soin de santé afin de mettre à l'abri les personnes les plus exposées à une maladie grave contre l'infection, mais n'offre aucune garantie de protection de ces personnes à haut risque, et le taux de mortalité peut rester élevé.

La distanciation sociale et le confinement soit obligatoire ou volontaire sont les mesures essentielles prises par les gouvernements. La suède par exemple a imposé des restrictions très souples, demandant aux personnes âgées qui sont plus susceptibles au virus de rester confinées chez eux²⁶, une stratégie qui vise à garder le roulement de l'activité économique.

Par ailleurs, les résultats de l'étude faite par Ferguson et al (2020) sur l'impact de l'absence d'un vaccin sur le taux d'infection et de mortalité dû à la COVID-19 en Grande-Bretagne et aux États-Unis montrent qu'en absence de contrôle, de mesures et

²⁵ Anderson RM, Heesterbeek H, Klinkenberg D, Hollingsworth TD. "How will country based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic?". 2020. The Lancet journal.

²⁶ Juranek, S., Zoutman, F. "The Effect of Social Distancing Measures on the Demand for Intensive Care: Evidence on COVID-19 in Scandinavia". (2020). Social Science Research Network.

de changements comportementaux des individus, le taux d'infection prévu au cours de l'épidémie est de 81% des populations britanniques et américaines.²⁷

2.2.3. Impact économique durant la COVID-19

Dans cette époque d'ouverture internationale sociale et économique, il est plus évident pour une crise de se propager aux autres pays. À l'échelle mondiale, les économies sont liées par des flux transfrontaliers²⁸ de biens et services, d'investissement direct à l'étranger, des banques internationales et de tourisme.

La nature du choc économique causé par la COVID-19 est essentiellement de trois sources²⁹ :

- Les travailleurs malades ne peuvent pas produire de leurs lits, ce qui se répercutera sur la production et donc sur le PIB ;
- Les mesures préventives, prises par chaque gouvernement, comme les fermetures des usines et des écoles, les restrictions de voyage et évidemment le confinement. Donnons l'exemple d'un choc d'offre dans un pays, qui devient un choc d'offre dans d'autres industries dans des pays différents, lorsque la chose fournie est un intrant dans la fabrication de quelque chose d'autre. Cette contagion de chaîne d'approvisionnement est un élément important de l'héritage économique de la COVID-19;
- La troisième est littéralement dans nos têtes. Le comportement individuel dépend des croyances et celles-ci sont soumises aux biais cognitifs habituels. Les gens ont tendance à suivre le comportement et les croyances des autres, même s'ils n'ont aucun sens, comme l'exemple de la panique du papier toilette durant le mois de mars 2020. Ce genre

²⁷ Ferguson, N et al. "Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID19 mortality and healthcare demand". (2020). Imperial College London.

²⁸ Baldwin, R., Weder di Mauro, B., "Economics in the Time of COVID-19", 2020, Centre for Economic Policy Research.

²⁹ Idem

de comportements humains associés aux comportements affectifs dans les marchés financiers peut entraîner des réactions chaotiques.

Ce qui est extravagant dans cette crise sanitaire, c'est que même les pays puissants n'ont pas été épargnés et souffrent des retombées économiques. Selon un rapport de l'Agence française de Presse (AFP) sorti le 31 juillet 2020, les États-Unis sont officiellement entrés en récession suite à la deuxième baisse consécutive de leurs PIB lors du second trimestre de 2020 qui a chuté de 32,9% en rythme annualisé. Cette chute est en grande partie due à la création de l'ajustement national périodique de pandémie (NPAP) appelé par le président de la banque fédérale de Saint-Louis, pour but de réduire le niveau de l'activité économique réelle d'environ la moitié afin d'atteindre les objectifs de santé publique. La production ne doit être effectuée que si le bien ou le service est jugé essentiel, ou le bien ou le service peut être produit de manière à ne pas risquer la transmission du virus.³⁰

L'Espagne aussi est entrée en récession, suite à la baisse de son PIB de 18,5% au second trimestre de 2020 selon les données de l'Institut National de la Statistique (INE). Concernant le Canada, le PIB a baissé de 11,5% en rythme annuel au deuxième trimestre selon statistiques Canada.

Quant à l'industrie mondiale du transport aérien, qui est l'un des secteurs qui a le plus souffert cette année, les compagnies s'attendent à perdre 84,3\$ milliards en 2020, avec une marge bénéficiaire de -20,1%. Financièrement cette année est la pire année de l'histoire de l'aviation.³¹

³⁰ James Bullard, président et chef de la direction de la Réserve fédérale de la banque de St. Louis. " Expected U.S. Macroeconomic Performance during the Pandemic Adjustment Period". 23 mars 2020.

³¹ L'Association du transport aérien international (IATA), communiqué n 50

Par ailleurs, chaque pays a mis en point des politiques afin de réduire les dégâts et relancer l'économie, selon Chang Ma et al (2020) les pays qui réagissent plus agressivement par les dépenses publiques plus élevées subissent des baisses plus faibles de la croissance de production, par rapport aux pays dont les dépenses budgétaires réagissent moins.³²

De plus, selon Greenstone. M et al (2020), la stratégie de réduction optimale, qui est une combinaison de confinement et de distanciation sociale des personnes à haut risque (âgés de 70 ans et plus), réduirait le nombre de décès de moitié et la demande de lits dans les unités de soin intensif de deux tiers au Royaume-Uni et aux États-Unis, et cet ensemble d'interventions a un impact notable sur l'arrêt de la détérioration économique.³³

³² Chang Ma, John Rogers, Sili Zhou. "Global Economic and Financial Effects of 21st Century Pandemics and Epidemics". 2020. Research Gate.

³³ Greenstone, M., Nigam, V. "Does Social Distancing Matter?". 2020. Becker Friedman Institute.

3. Structure à terme des taux d'intérêt: Utilité et importance pour la prévision économique

La structure à terme des taux d'intérêt est un indicateur économique qui exploite les informations fournies par les titres obligataires et les bons à long et court terme. Le premier chercheur qui a documenté les co-mouvements de la structure à terme avec le cycle économique fût Kessel (1965). Il a constaté que la taille de la différence entre le taux long et le taux court (spread) est associée aux changements économiques. Par la suite plusieurs chercheurs comme Shiller, Campbell et Schoenholtz (1983), Fama (1984), Harvey (1989), et Campbell et Shiller (1991), ont confirmé son constat sur la courbe des taux et son pouvoir à prédire la croissance économique et l'inflation.

3.1. Structure à terme des taux d'intérêt: Explications et différentes formes

Dans cette première section, nous allons expliquer dans un premier lieu la structure à terme des taux d'intérêt ou son autre appellation la courbe des taux, puis nous allons présenter les différentes formes que prend cette dernière.

3.1.1. Définition de la courbe des taux

La courbe des taux est une représentation graphique des taux d'intérêt sur différentes maturités de long terme et de court terme. La pente de la courbe des taux donne une idée des fluctuations macroéconomiques futures, comme les variations des taux d'intérêt et de l'activité économique. Dans ce sens, les banques, les courtiers en obligation et les traders l'utilisent souvent pour prédire les perspectives économiques³⁴. La courbe des taux est l'un des indicateurs financiers les plus surveillés³⁵.

³⁴ Zuli Hu, The Yield Curve and Real Activity, 1993, *IMF Econ Rev* 40, 781–806.

³⁵ Haubrich, J., Dombrosky, A., "Predicting real growth using the yield curve", 1996, Economic review

Le terme structure vient du fait que théoriquement les obligations étatiques effectuent des paiements connus à l'avance. Ainsi, les emprunts souverains sont en principe considérés comme des titres non risqués, car ils ont des chances minimales, voire nulles, de ne pas être remboursés.³⁶

3.1.2. Formes de la courbe des taux

Nous avons vu précédemment que la structure à terme des taux d'intérêt est une représentation graphique, qui en réalité n'est pas figée. Elle prend différentes formes, selon la situation économique. Nous allons présenter les formes les plus récurrentes dans l'économie.

a) Courbe normale

Dans la courbe normale, les rendements sont à des niveaux moyens, et la courbe s'incline légèrement à mesure que la maturité augmente.³⁷ Elle prend forme dans un environnement économique marqué par la stabilité, où le taux d'inflation est faible, et l'endettement public est raisonnable. Ainsi, les rendements sur les obligations augmentent avec la maturité des titres. Cette augmentation, qui est la prime de risque exigée par les investisseurs, s'explique par le fait que le risque s'accroît avec l'éloignement de l'échéance, du fait que la probabilité de réalisation d'événements qui peuvent affecter défavorablement la valeur du titre est plus élevée à long terme qu'à court terme, comme l'inflation ou l'augmentation des taux d'intérêt.

³⁶ Campbell, J. "Some lessons from the yield curve". 1995. *Journal of Economic Perspectives*. 129-152.

³⁷ Choudhry, M., "The Yield Curve, and Spot and Forward Interest Rates", 2008.

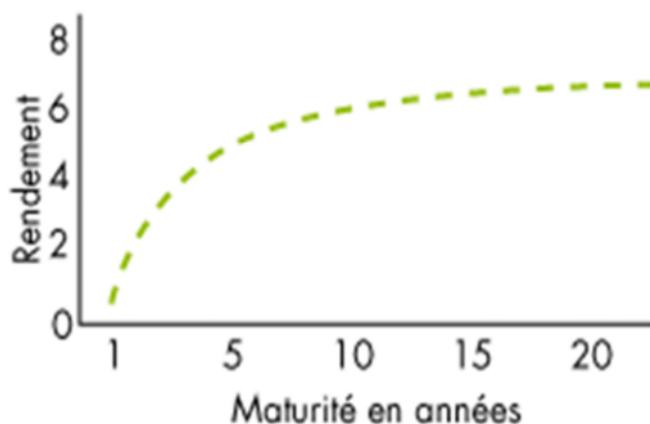


Figure 4: Représentation de la courbe des taux normale

Source: lafinancepourtous.com

b) Inversion de la courbe

La courbe de taux est dite inversée dans le cas où les taux à court terme deviennent supérieurs à ceux à long terme. Cette situation précède généralement une récession économique.³⁸ La banque centrale augmente les taux d'intérêt à court terme afin de limiter l'inflation. Cette politique entrainera une baisse des taux d'inflation future, ce qui réduira la prime de risque des obligations de long terme.

³⁸ Estrella, A., Hardouvelis, G., "The term structure as a predictor of real economic activity", 1991, The journal of finance.

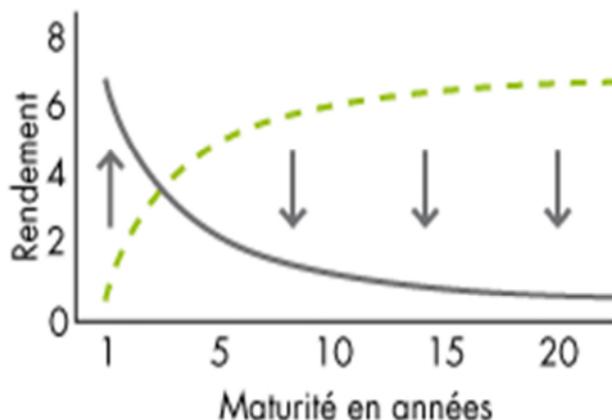


Figure 5: Représentation de la courbe des taux inversée

Source: lafinancepourtous.com

Estrella et al (1991) cherchaient à savoir dans quel horizon (k) la pente de la courbe des taux est plus performante pour prévoir la récession économique, ce qui les a incité à estimer l'équation suivante pour un échantillon de T2-1955 à T4-1988 :

$$\frac{400}{k} (\log y_{t+k} - \log y_t) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Spread}_t + \varepsilon_t$$

où y_{t+k} est le niveau du PNB réel du trimestre $t+k$, k est l'horizon prévu en trimestres et Spread_t est la différence entre les obligations étatiques de 10 ans et les bons de trésor de 3 mois à t .³⁹

Les résultats de l'estimation démontrent que la pente de la courbe des taux est un bon indicateur de prévision de récession entre le cinquième et le septième trimestre de retard où le \hat{R}^2 est le plus élevé, comme le montre le tableau ci-dessous :

³⁹ $\frac{400}{k} = \frac{4}{k} \times 100$

Tableau 3: Horizon de prévision du PNB réel par la pente de la courbe des taux

| K | α_0 | α_1 | \hat{R}^2 |
|----------|------------|------------|-------------|
| 1 | 1,74 | 1,23 | 0,13 |
| 2 | 1,63 | 1,35 | 0,24 |
| 3 | 1,64 | 1,35 | 0,31 |
| 4 | 1,70 | 1,30 | 0,35 |
| 5 | 1,79* | 1,24* | 0,38 |
| 6 | 1,89* | 1,15* | 0,38 |
| 7 | 1,99* | 1,05* | 0,37 |
| 8 | 2,11 | 0,93 | 0,33 |
| 12 | 2,75 | 0,53 | 0,18 |

Source : Résultats de l'estimation de Estrella et Hardouvelis (1991)

Admettons que le spread du trimestre actuel des obligations de 10 ans et des bons de trésor de 3 mois est égal à 100 points de base ou 1%, la cinquième ligne du tableau 3 montre qu'à partir du trimestre t jusqu'à $t+5$ le PNB réel devrait croître de 3,03% ($1,79\% + 1,24 \times 1\% = 3,03\%$).

c) Aplatissement de la courbe

La courbe des taux est aplatie lorsque les taux d'intérêt à court terme croissent tandis que ceux de long terme augmentent plus lentement. Cette situation est souvent suivie par un ralentissement de la croissance économique.⁴⁰

⁴⁰ Haubrich, J., Dombrosky, A., "predicting real growth using the yield curve", 1996, Economic review

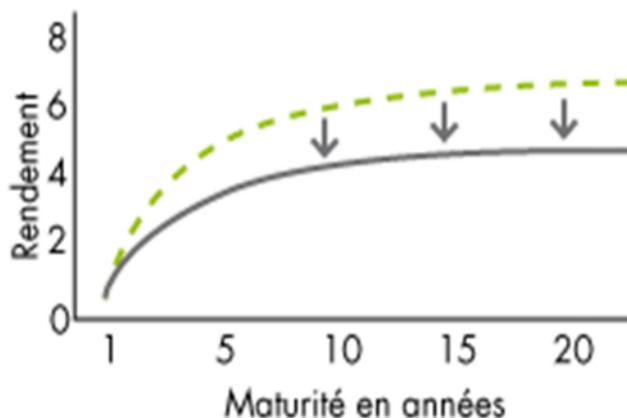


Figure 6: Représentation de la courbe des taux aplatie

Source: lafinancepourtous.com

Haubrich et al (1996) de leur côté ont estimé un modèle qui prévoit la croissance du PIB réel avec un retard de quatre trimestres, en estimant l'équation suivante pour un échantillon du T1-1961 au T3-1995 :

$$\text{Croissance du PIB réel}_{t+4} = \alpha + \beta (\text{Spread}_t)$$

Les résultats de l'estimation présentés au tableau 4, concluent que la courbe des taux permet de prévoir la croissance du PIB réel à quatre trimestres de retard, avec un R^2 de 0,29. Un spread au trimestre t de 100 points de base ou 1%, implique une croissance du PIB au t+4 de 2,8% ($1,84\% + 0,98 \times 1\% = 2,82\%$).

Tableau 4: Régression du spread des obligations de 10 ans et les bons de trésors de 3 mois

| Variables | α | β | R^2 |
|------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| Spread 10 ans / 3 mois | 1,84 (3,89)* | 0,98 (4,50)* | 0,29 |

* T-ratio

Source : Résultats de la régression de Haubrich et al (1996)

3.2. Courbe des taux: Théories et justifications de son pouvoir prédictif

Nous allons voir dans un premier lieu les théories les plus répandues de courbe des taux, puis nous présenterons la justification d'après plusieurs chercheurs, de sa capacité à prévoir la croissance économique.

3.2.1. Théories sur la structure à terme des taux d'intérêt

Les modèles théoriques les plus populaires de la structure à terme des taux d'intérêt sont la théorie des attentes pure (PEH), et la théorie des attentes (EH).⁴¹

a) Théorie des attentes pure (PEH)

La théorie des attentes pure de la structure à terme des taux d'intérêt est la théorie selon laquelle l'excédent de rendement prévu des obligations à long terme sur celui des obligations de court terme est égal à zéro, ce qui signifie des stratégies de long et court terme équivalentes.

En cas de hausse prévue des taux d'intérêt à court terme, les taux à long terme doivent augmenter plus que les premiers. En cas contraire, les investisseurs vont acheter les bons à court terme et réinvestir à maturité.⁴²

Cette théorie indique que le taux d'intérêt à long terme est la moyenne géométrique des taux futurs à court terme attendus :

$$(1 + rs_T)^T = (1 + rs_{T-1})^{T-1} + (1 + {}_{T-1}rf_T)$$

où rs_T est le rendement d'une obligation à T année et ${}_{T-1}rf_T$ ⁴³ est le taux de rendement de T-1. Par exemple si le taux actuel à un an $rs_1 = 6,5\%$ et le marché s'attend à ce que le

⁴¹ Campbell, J., "Some lessons from the Yield Curve", 1995 Journal of Economic Perspectives, 129-152.

⁴² Choudhry, M., "The Yield Curve, and Spot and Forward Interest Rates", 2008.

⁴³ rf est le taux à terme (forward rate en anglais).

taux à un an dans un an soit de $1rf_2 = 7,5\%$, alors que le marché s'attend à un investissement de 100\$ dans deux obligations à un an :

$$100\$ (1,065)(1,075) = 114,49\$$$

Après deux ans, pour éгалer cela, un investissement dans une obligation à deux ans doit rapporter le même montant, ce qui implique que le taux actuel à deux ans $rs_2 = 7\%$.

$$100\$ (1,07)^2 = 114,49\$$$

Ceci pour s'assurer qu'aucune opportunité d'arbitrage n'existe sur le marché. En effet, si cette égalité n'est pas respectée les obligations avec un rendement relativement plus élevé seront en demande, ce qui diminuera leur rendement jusqu'à ce que l'égalité soit respectée.

b) Théorie des attentes (EH)

La théorie des attentes de la structure à terme des taux d'intérêt est la théorie selon laquelle la différence des rendements prévus des titres à long terme et ceux de court terme est constante dans le temps. Cela veut dire que le "risque de duration" est constant.

Le risque de duration (Term Premia en anglais) correspond au bonus reçu par les investisseurs afin de compenser le risque lié à la détention des obligations à long terme. La duration d'un titre obligataire touchant les flux F_i est calculée par la formule ci-dessous, où $t(i)$ est l'intervalle de temps en années, qui sépare la date d'actualisation t de la date du flux i et r est le taux actuariel de l'obligation⁴⁴:

⁴⁴ le taux actuariel de l'obligation r est la solution de l'équation ci-après, tel que P est le prix de l'obligation correspondant à la valeur actualisée de celle-ci : $P = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^{t(i)}}$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{t(i) \times F_i}{(1+r)^{t(i)}}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+r)^{t(i)}}$$

La EH est considérée plus générale que la PEH, puisque le risque de duration est égal à zéro en PEH.⁴⁵

3.2.2. Courbe des taux: Est-elle un bon indicateur de prévision économique?

Plusieurs chercheurs modernes ont discuté la structure à terme des taux d'intérêt et l'information que contient la courbe des taux, notamment sa pente, comme un outil de prévision robuste de la croissance de l'activité future.

Cette relation entre la pente de la courbe des taux et l'évolution économique future a été d'ailleurs confirmée par Harvey (1988) et Estrella et Hardouvelis (1991), qui ont montré l'existence d'une corrélation entre la croissance de l'activité économique des États-Unis et la différence (Spread) entre le taux à 10 ans et celui de 3 mois. Ang, Piazzessi et Wei (2006) et Abdymomunov (2013) ont appuyé cette théorie, et confirment la capacité de la structure à terme des taux d'intérêt à prévoir la croissance économique.

La plupart des travaux étaient concentrés aux États-Unis, et il n'y avait pas une confirmation du pouvoir prédictif de la courbe des taux dans d'autres pays, jusqu'à ce que Moneta (2003) démontre la capacité de la pente à contenir des informations sur les récessions économiques futures dans plusieurs pays européens. Dans ce sens, l'auteur a travaillé sur les données des pays de la zone Euro, et a estimé l'équation ci-dessous qui calcule la probabilité de récession au temps t, avec un horizon de prévision de k périodes:

⁴⁵ Campbell, J., Lo, A., Mackinlay, A., "The econometrics of financial markets", 1996, Princeton N.J, Princeton University Press.

$$\Pr(R_t = 1) = \Phi(c_0 + c_1 X_{t-k})^{46}$$

où Φ est la fonction de densité standard cumulative, X est le spread de rendement sur k périodes, $R_t = 1$ si l'économie est en récession sinon $R_t = 0$. Les résultats de leur estimation suggèrent que c'est le retard de $k=4$ trimestres qui présente la meilleure prévision, avec un $R^2= 0,212$.

Nous pouvons subdiviser les modèles théoriques justifiant la capacité de la courbe des taux à prédire la croissance économique en trois types :

a) Lissage intertemporel de la consommation par les ménages

Le premier modèle permet d'établir une relation entre la pente de la courbe et l'activité économique. Il est basé sur le CCAPM⁴⁷ (modèle d'évaluation des actifs basé sur la consommation).

Dans le cas où les ménages anticipent une baisse future de leurs revenus, ils chercheront à se couvrir immédiatement en choisissant des titres à long terme au lieu de ceux à court terme. Les émetteurs de titres feront la même prévision, ils vont réduire l'offre de titres et vont donc pousser les taux longs vers la baisse. Cette diminution d'écart entre les taux longs et courts précèdera un ralentissement conjoncturel si les anticipations des agents se réalisent.

Ce premier type de modèle a démontré que la structure à terme des taux d'intérêt à la date courante a un pouvoir prédictif du taux de croissance anticipée de l'activité économique.⁴⁸

⁴⁶ Moneta F, "Does the yield spread predict recessions in the euro area?", 2003, European central bank working paper series, N°294.

⁴⁷ CCAPM est une branche importante du MEDAF (CAPM). Elle dérive l'équation de prix de condition de premier ordre d'un investisseur qui décide de la quantité à épargner et de la quantité à consommer.

b) Anticipation de la politique monétaire des marchés

Le deuxième type de modèle est celui de l'anticipation de politique monétaire des marchés. Lorsque les agents anticipent l'effet négatif de la politique monétaire jugée trop restrictive, et les autorités monétaires font en sorte que leur politique soit assouplie, une faible croissance sera prévue. Cela correspond à des taux longs intégrant les baisses futures de taux courts qui sont inférieurs à leur niveau courant.

Selon ce modèle, la pente de la courbe des taux contient de l'information sur la croissance de l'activité future, en cas d'anticipation fiable par les agents, et de réactivité de la part des autorités monétaires.⁴⁹

c) Effets de la politique monétaire

Le dernier type de modèle se base sur les effets des taux d'intérêt sur l'activité économique, dans le sens où les banques jouent un rôle important dans la communication de la politique monétaire : la pente de la courbe des taux pèse sur la marge d'intermédiation bancaire et elle est donc un déterminant de l'offre de crédit des banques.

Une politique monétaire restrictive, par exemple, entraînera une augmentation des taux à court terme. Cette augmentation aura comme effets, d'abord une augmentation des taux à long terme moins importante que celle des taux à court terme, donc le spread entre les deux taux s'amointrira, puis une diminution de la production surviendra, avec un report des investissements et une baisse de l'activité future comme conséquence de la restriction de la politique monétaire. De plus, si les acteurs du marché s'attendent à une

⁴⁸ Epstein L., Zin S., "Substitution, Risk Aversion, and the Temporal Behavior Consumption and Asset Returns : a Theoretical Framework", 1989, *Econometrica*, 937-969.

⁴⁹ Artus P., Kaabi M., "Structure par terme des taux d'intérêt et reprise économique", 1994, Document de travail de la Caisse des Dépôts et Consignations.

croissance future faible et pensent qu'une relation de Phillips⁵⁰ se maintiendra, alors l'inflation devrait baisser et la courbe des taux aurait tendance à s'inverser.⁵¹

Ce cas nous amènera vers une inversion de la pente de la courbe des taux, ce qui conduit à une diminution de l'intermédiation bancaire, ce qui obligera les banques à octroyer les crédits qu'aux agents les moins risqués, et par la suite un ralentissement de l'activité économique règnera.

Le caractère prédictif de la structure à terme des taux d'intérêt dans les deux premiers modèles résulte de la fiabilité des agents quant à leurs prévisions futures de l'activité. Certes, aucun modèle n'est suffisant à lui seul pour fournir une conviction générale sur la capacité de la courbe des taux à prévoir l'activité économique future, mais leur combinaison est généralement suffisante.⁵²

⁵⁰ La courbe de Phillips est la relation empirique décroissante entre le taux de chômage et l'inflation.

⁵¹ Stock J., Watson M., "New Indexes of Coincident and Leading Indicators", 1989, O. Blanchard and S. Fisher, (eds) ; NBER Macroeconomics Annual, 351-394.

⁵² Dubois E., Janci D., "Prévision du PIB par la courbe des taux : une constatation empirique en quête de théorie", 1994, Economie & prévision, 69-85.

4. Prévision de la croissance économique après la COVID-19

4.1. Données et présentation de la méthodologie

Dans cette section, nous allons présenter les données utilisées dans ce travail, ainsi que la méthodologie adoptée afin de répondre à notre question de recherche.

4.1.1. Données

Nous avons d'abord besoin d'estimer le modèle choisi que nous présenterons dans la partie méthodologie. Pour cela, nous avons utilisé des données allant du troisième trimestre 2001 jusqu'au deuxième trimestre 2020.

La fréquence de toutes nos données est trimestrielle. Ce choix est basé sur la fréquence du PNB réel qui est présentée trimestriellement. Quant à la partie droite de notre régression qui comprend les données financières, nous travaillerons avec les obligations de 10 ans⁵³ et de 5 ans émises par le gouvernement américain, puis les bons de trésors de 3 mois pour le calcul du spread des rendements, ainsi que l'indice boursier américain S&P500.

Concernant la source de nos données, les titres étatiques ont été extraits du site de la Réserve fédérale américaine, le PNB réel du site de la Fed de Saint-Louis, et le S&P500 du site de Yahoo Finance.

Pour le calcul et l'exploitation de nos données ainsi que la production des graphiques, nous avons utilisé Microsoft Excel. Pour la partie économétrique, nous avons travaillé avec le logiciel Eviews version étudiante. Bien qu'Excel dispose lui aussi de la fonction

⁵³ "Les taux d'obligation du gouvernement de 10 ans et les bons de trésor de 3 mois sont suffisants pour que cette pente fournisse des informations qui prédisent l'activité économique future". Estrella, A., Hardouvelis, G., "The term structure as a predictor of real economic activity", 1991, The journal of finance.

de régression, Eviews possède d'autres fonctions d'analyse très pratiques pour notre travail, comme les tests de vérifications, ainsi qu'une présentation très claire et bien organisée.

4.1.2. Méthodologie

Afin de réussir notre prévision économique, nous avons utilisé un modèle solide, qui est souvent utilisé par les économistes, celui de Harvey (1989), qui repose sur le MEDAF basé sur la consommation (CCAPM), d'où l'utilisation de la croissance du PNB réel. Le modèle estimé est le suivant :

$$\Delta PNB_{t+1:t+5} = a + \beta X_t + U_{t+5}$$

où :

- ΔPNB est le logarithme annuel de la croissance du PNB réel du trimestre t+1 au trimestre t+5. Autrement dit, ΔPNB peut être représenté sous la formule suivante :

$$\Delta PNB = \ln \left(\frac{PNB_{t+5}}{PNB_{t+1}} \right)$$

- X_t est le logarithme du ratio de un plus les rendements des obligations (5 ans ou 10ans) divisé par un plus le rendement des bons de trésor à 3 mois. X_t est calculé par l'une des formules suivantes :

$$Spread_{10ans/3mois} = \ln \left(\frac{1 + Rend\ 10ans_t}{1 + Rend\ 3mois_t} \right)$$

$$Spread_{5ans/3mois} = \ln \left(\frac{1 + Rend\ 5ans_t}{1 + Rend\ 3mois_t} \right)$$

X_t peut être également déterminée en utilisant les rendements trimestriels de l'indice S&P500, soit à travers la formule suivante :

$$\Delta_{S\&P500} = \ln \left(\frac{\text{Cours } S\&P500_t}{\text{Cours } S\&P500_{t-1}} \right)$$

- α et β sont les coefficients où α est la constante de notre modèle, qui représente la croissance économique minimale. Elle représente également la croissance économique réelle annuelle moyenne lorsque la pente de la courbe des taux est égale à zéro, et β est le coefficient qui représente la pente de notre modèle et qui mesure l'impact du spread sur la croissance économique.

- U est le résidu, c'est-à-dire le résultat non anticipé.

Nous calculons d'abord sur une feuille d'Excel la croissance annuelle du PNB réel avec la formule déjà présentée en haut. Nous calculons par la suite le spread en utilisant les rendements des obligations de 5 ans et de 10 ans avec les rendements de bons de trésor de 3 mois. Puis nous calculons le rendement trimestriel de l'indice S&P500.

Une fois les calculs faits, nous procédons à l'importation des données au logiciel Eviews afin d'effectuer notre estimation par une régression linéaire avec la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO).

Une fois l'estimation effectuée, notre objectif est de faire une prévision de la croissance économique pour l'année 2021. Mais avant de passer à cette étape, nous devons nous assurer de la force de notre modèle et vérifier la capacité du spread des rendements à nous donner les anticipations économiques, malgré ce qui a été prouvé tout au long des dernières décennies par les différents chercheurs sur la courbe des taux. Pour cela, nous allons tester notre modèle avec des outils statistiques, à savoir le T-ratio, la P-value, ainsi que le coefficient de détermination R^2 qui est utilisé comme mesure de pouvoir explicatif et d'adéquation du modèle de régression.

Finalement, à partir de la différence des rendements des obligations de 10 ans et les bons de trésor de 3 mois, ainsi que les rendements des obligations de 5 ans et les bons

de trésor de 3 mois, nous pourrons effectuer nos prévisions sur la croissance économique en 2021.

4.2. Résultats et prévision

4.2.1. Présentation des résultats et discussions

Notre objectif est de trouver le modèle qui prévoit le mieux la croissance économique. Dans un premier temps nous avons effectué quatre estimations de modèle. Les deux premières sont des estimations avec une seule variable indépendante chacune, et les deux autres sont des estimations avec deux variables indépendantes.

a) Modèles à une variable

Nous avons estimé notre modèle avec une seule variable explicative, soit celle avec le spread des rendements des obligations de 5ans et 10ans avec les rendements de bons de trésor de 3 mois. Cette estimation permet de tester le pouvoir prédictif de la croissance économique.

Avant de discuter les résultats économétriques, nous pouvons observer le caractère prédictif de la courbe des taux de 10 ans et de 5 ans sur la figure 7 et la figure 8, où la tendance de la courbe des taux précède celle de la croissance du PNB réel, et ce, dans les deux représentations graphiques. Dans ces deux figures, nous pouvons clairement remarquer par exemple l'inversion de la courbe dans la période précédant la crise financière de 2008.

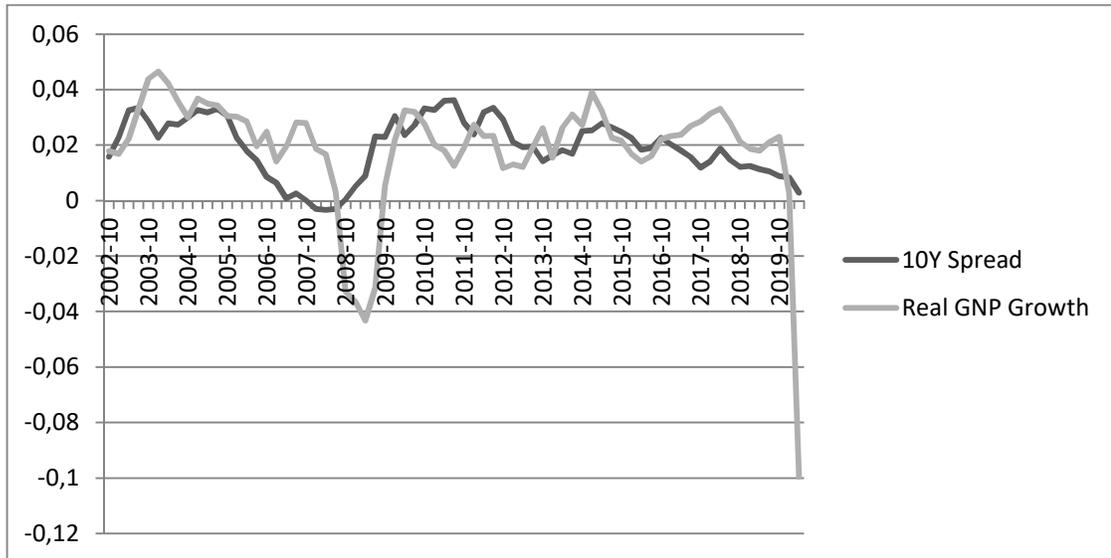


Figure 7 : Représentation de la croissance annuelle du PNB et la courbe des taux de 10 ans retardée

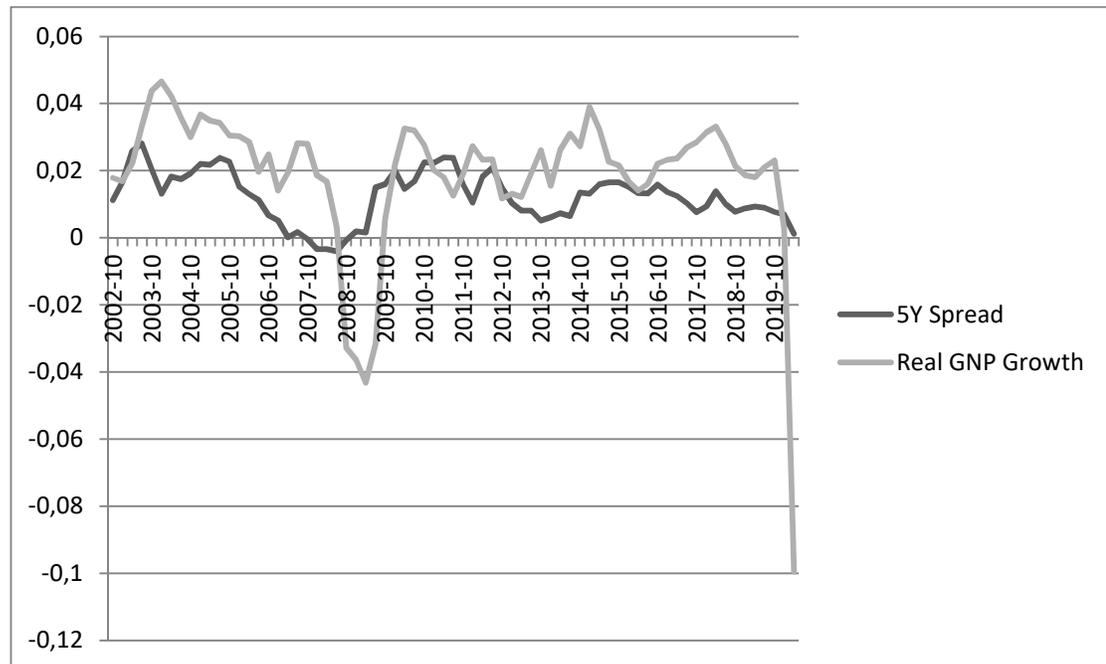


Figure 8 : Représentation de la croissance annuelle du PNB et la courbe des taux de 5 ans retardée

Le tableau 5 fournit les résultats des deux premières estimations de la courbe des taux de 10 ans et celle de 5 ans entre la période T3:2001 et T2:2020. Regardons d'abord si les résultats obtenus sont statistiquement significatifs. Le T-ratio est de 3,65 dans la première estimation et de 3,73 dans la deuxième, des valeurs statistiques élevées, qui nous permettent d'accepter nos variables. Quant à la P-Value, qui est une alternative à la statistique T, elle confirme notre déduction faite sur l'importance de nos variables dans le modèle. Elle est de 0,05% dans la première régression et 0,04% dans la deuxième, indiquant que la structure à terme aide de façon nettement significative à prévoir la croissance future.

Les deux estimations nous donnent des résultats très proches. D'après le R^2 , la courbe des taux de 10 ans permet d'expliquer 16,2% de la variation de la croissance économique, et la courbe des taux de 5 ans l'explique à hauteur de 16,8%, avec une somme carré des résidus de 2,7% pour les deux régressions.

Selon le tableau 5, le paramètre α de la première régression (soit celle avec le spread des rendements des obligations de 10 ans) et de la deuxième régression (soit celle avec le spread des rendements des obligations de 5 ans) présente des résultats respectifs de 0,28% et de 0,43%. Cela signifie que la croissance moyenne annuelle du PNB réel est légèrement positive lors d'un scénario d'un spread nul.

Le paramètre β , qui est la moyenne de risque tolérée dans l'économie, est égal à 0,83 dans la première régression, et 1,18 dans la deuxième régression. Il s'agit en effet d'une relation positive entre le risque toléré dans l'économie et sa croissance annuelle. Ces résultats confirment que plus les taux du spread sont élevés, plus l'économie va croître.

Un spread des obligations de 10 ans et des bons de trésor de 3 mois, de 100 points de base au trimestre t , entraîne une hausse de la croissance économique de 1,11% entre le trimestre $t+1$ et $t+5$ ($0,28\% + 0,83 \times 1\% = 1,11\%$).

Tableau 5 : Résultats des régressions à une variable

| Variables | a | β | R² | Σ carré des résidus |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|--|
| Taux de 10 ans | 0,0028 (0,5809)* (0,5546)** | 0,8322 (0,0005)* (3,6475)** | 0,1616 | 0,0278 |
| Taux de 5 ans | 0,0043 (0,3448)* (0,9512)** | 1,1852 (0,0004)* (3,7299)** | 0,1678 | 0,0276 |

* P-Value

** T-ratio

Les résultats obtenus dans les deux premières régressions sont relativement similaires, ce qui nous laisse la possibilité de choisir entre les deux pour effectuer notre prévision, mais avant ça, allons voir les résultats des deux autres estimations à deux variables qu'est ce qu'elles peuvent révéler.

b) Modèles à deux variables

Pour les deux prochaines estimations, nous avons intégré une nouvelle variable explicative à notre modèle, qui est l'indice boursier américain S&P500, dans l'espoir de renforcer le pouvoir prédictif de notre modèle avec cette variable. Quoique l'indice S&P 500 est relativement volatile comparé aux titres étatiques, nous observons dans la figure 9 qu'il y a une certaine association entre les mouvements des deux variables, et que la tendance du S&P500 précède légèrement celle de la croissance économique, chose qui est normale, puisque Harvey (1989) avait trouvé que les variables du marché boursier peuvent expliquer environ 5% des changements de la croissance économique.

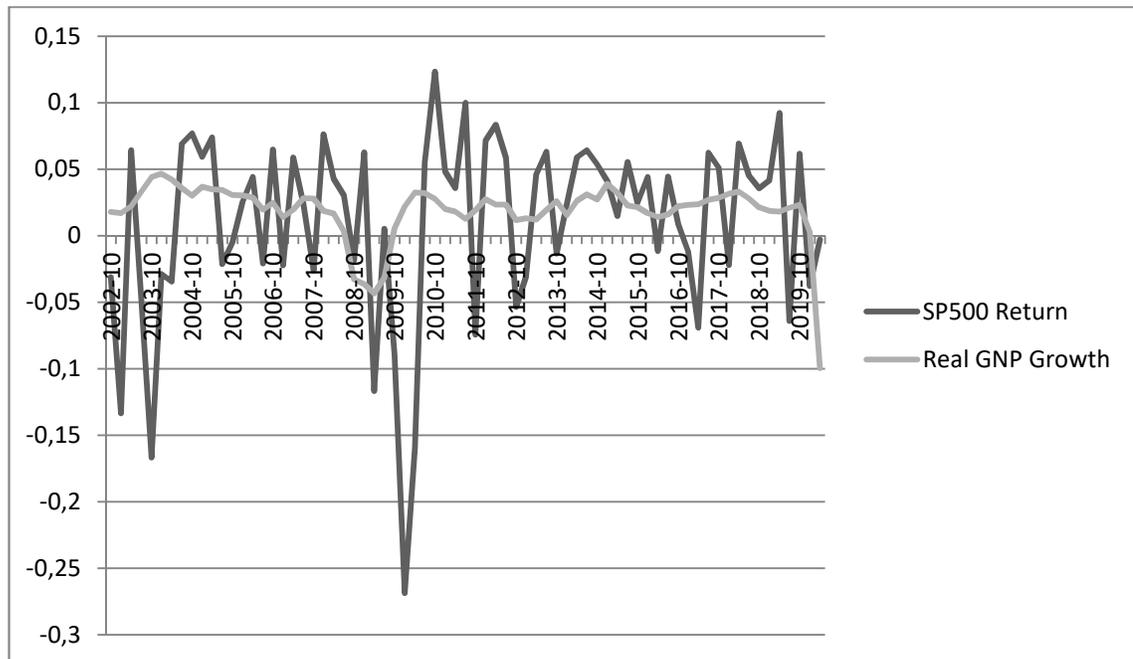


Figure 9 : Représentation de la croissance annuelle du PNB et le rendement trimestriel du S&P 500 retardé

Le tableau 6 nous présente les résultats des deux estimations du modèle à deux variables, celui de la courbe des taux de 10 ans et le S&P500, ainsi que la courbe des taux de 5 ans et le S&P500. Les données pour les deux estimations démontrent que la variable ajoutée a renforcé la capacité de notre modèle à prévoir la croissance économique, selon le R^2 . Il est de 17,2% pour la première régression et 18,1% pour la deuxième. Parce que nous avons ajouté une deuxième variable explicative à notre modèle, nous avons trouvé nécessaire d'analyser le \hat{R}^2 (ajusté) afin d'éviter que le R^2 soit gonflé artificiellement. Donc le \hat{R}^2 est de 14,8% pour la première estimation et de 15,7% pour la deuxième. Quant à la somme carré des résidus, elle est de 2,7% pour les deux régressions.

Toutefois, les données statistiques ne nous rassurent pas quant à la signification statistique de nos résultats. Malgré que le T-ratio et la P-Value pour les variables de la courbe des taux sont bien significatifs, ceux de la variable de l'indice boursier S&P 500

sont non significatifs. Le T-ratio est égale 0,93 et 1,04, et la P-Value est de 35,4% et 29,8% respectivement pour la première et la deuxième régression.

Tableau 6 : Résultats des régressions à deux variables

| Variabes | a | β_1 | β_2 | R² | \hat{R}^2 | Σ carré des résidus |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|--|
| Courbe des taux de 10 ans et S&P 500 | 0,0023 (0,6520)* (0,4530)** | 0,8396 (0,0005)* (3,6742)** | 0,0324 (0,3545)* (0,9322)** | 0,1722 | 0,1479 | 0,0275 |
| Courbe des taux de 5 ans et S&P 500 | 0,0037 (0,4259)* (0,8011)** | 1,2063 (0,0003)* (3,7916)** | 0,0363 (0,2982)* (1,0482)** | 0,1810 | 0,1569 | 0,0272 |

* P-Value

** T-ratio

À partir des résultats obtenus et des analyses faites sur les quatre estimations, et en se basant sur les R², nous pouvons conclure que les variables indépendantes expliquent de façon quasi similaire la croissance économique, que ça soit dans le modèle à une variable, ou à deux variables explicatives. Cependant, les tests statistiques nous ont dévoilé la non signification de la variable S&P 500 dans notre modèle.

Nous allons donc effectuer notre prévision de la croissance économique annuelle aux États-Unis du troisième trimestre 2020 au troisième trimestre 2021, à partir des deux régressions de la courbe des taux de 5 ans et celle de 10 ans. Nous nous attendons à ce que les résultats des prévisions de la croissance du PNB réel soient relativement proches.

4.2.2. Prévisions de la croissance économique aux États-Unis

Avant d'effectuer notre prévision, nous allons présenter les résultats de la comparaison entre les prévisions de la courbe des taux de 5 ans et 10 ans de la croissance prévue avant la pandémie, avec la croissance réalisée.

Le tableau 7 ci-dessous, nous montre que la courbe des taux a prévu de façon proche la croissance économique dans les deux premiers trimestres en 2019. Par exemple lors du deuxième trimestre, la différence entre la croissance prévue par la courbe des taux de 5 ans et la croissance réalisée est égale à 0,01%.

Tableau 7 : Comparaison de la croissance prévue et la croissance effective avant la COVID-19

| Périodes | Variables | a | β | Spread | PNB réel prévu | PNB réel réalisé |
|----------|---------------------------|-------|---------|--------|----------------|------------------|
| T1-2019 | Courbe des taux de 10 ans | 0,86% | 0,607 | 1,25% | 1,62% | 1,86% |
| | Courbe des taux de 5 ans | 0,98% | 0,87 | 0,88% | 1,75% | 1,86% |
| T2-2019 | Courbe des taux de 10 ans | 0,87% | 0,604 | 1,13% | 1,55% | 1,80% |
| | Courbe des taux de 5 ans | 0,98% | 0,87 | 0,93% | 1,79% | 1,80% |

Nous voilà rendu ici à l'étape tant attendue, qui nous permettra d'anticiper l'évolution de la croissance économique annuelle aux États-Unis entre le troisième trimestre 2020 et le troisième trimestre 2021. Comme nous l'avons déjà montré au niveau de l'estimation de la section précédente, notre modèle prévoit la croissance du PNB réel annuel entre $t+1$ et $t+5$, à partir des variables explicatives de t . Nous allons donc utiliser les données du deuxième trimestre 2020, qui sont disponibles, pour prévoir la croissance

annuelle du PNB à partir du troisième trimestre de 2020, i.e. la croissance entre le troisième trimestre de 2020 et le troisième trimestre de 2021.

Nous pouvons d'abord faire une petite comparaison entre la courbe des taux du deuxième trimestre 2020 et les deux trimestres qui l'ont précédé, qui a augmenté malgré la pandémie (figure 11), en grande partie à cause des mesures prises par le gouvernement américain que nous avons présenté dans un passage à la troisième partie de ce travail. L'augmentation de la courbe des taux est due à la différence qui s'est étendue entre les obligations à long terme de 5 ans et 10 ans, et les bons de trésor de 3 mois. La figure 10 ci-dessous nous montre une comparaison visuelle des taux entre les trois derniers trimestres, et leurs chutes au deuxième trimestre 2020. Nous pouvons voir que le taux de 3 mois a connu une diminution plus forte que ceux de 5 ans et 10 ans.

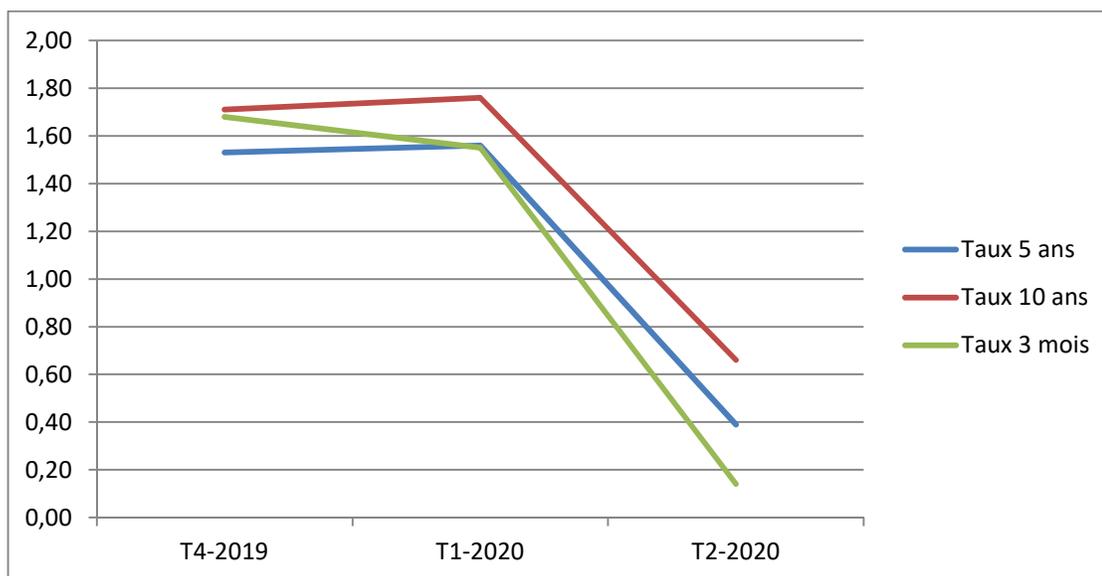


Figure 10 : Évolution des taux des obligations de 10 ans et de 5 ans, et des bons de trésors de 3 mois entre T4-2019 et T2-2020

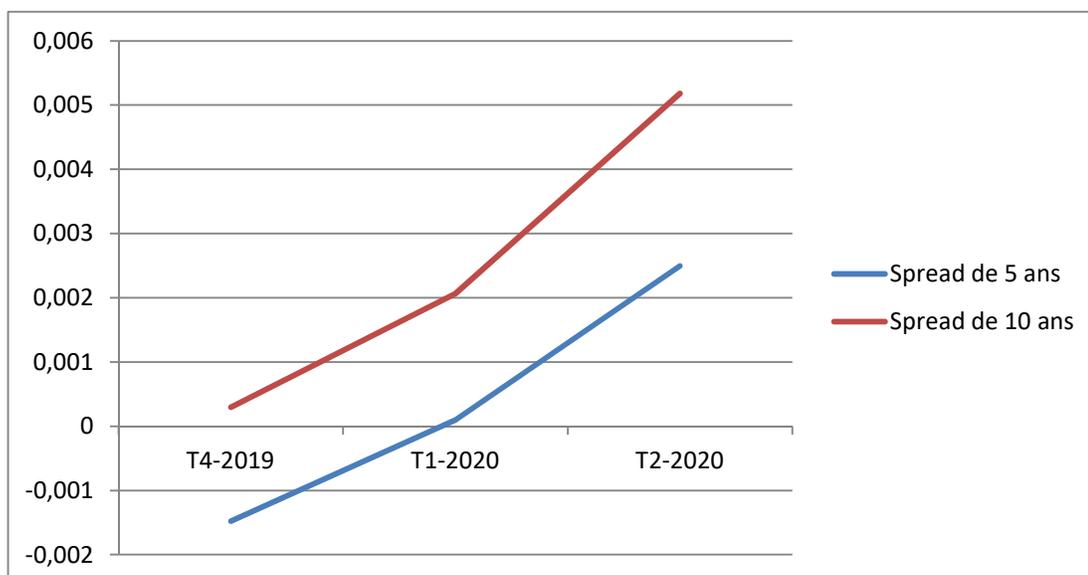


Figure 11: Évolution de la courbe des taux entre T4-2019 et T2-2020

Présentons maintenant les résultats des anticipations de la croissance annuelle du PNB réel, basées sur notre modèle de régression, allant du troisième trimestre 2020 au troisième trimestre 2021. Nous avons utilisé les paramètres du tableau 4, avec le spread du deuxième trimestre 2020 de 10 ans et de 5 ans.

Prévision avec la courbe des taux de 10 ans :

$$0,0028 + [0,8322 \times 0,005179] = 0,71\%$$

Prévision avec la courbe des taux de 5 ans :

$$0,0043 + [1,1852 \times 0,002493] = 0,73\%$$

Les résultats de nos prévisions par la courbe des taux de 10 ans anticipent un taux de croissance annuel du PNB réel de 0,71%, et 73% pour celles par la courbe des taux de 5 ans. Des résultats qui confirment que l'économie connaîtra un léger rebondissement au troisième trimestre 2021 par rapport au troisième trimestre 2020. Si nous comparons ces résultats anticipés de la croissance, avec la croissance du PNB réel annuel entre le deuxième trimestre 2020 et le deuxième trimestre 2019 qui était de -9,48%, nous pouvons les considérer comme prometteurs, dans le sens où l'économie sortirait de la récession.

5. Conclusion

Au moment de l'écriture de cette conclusion, le monde entier continue de souffrir des étendues de la COVID-19, que ça soit humainement, avec des nombres astronomiques de nouveaux cas journaliers au monde qui dépassent le demi million, et le nombre de décès qui a franchi le 1 million depuis le début de la crise⁵⁴, ou économiquement où l'incertitude continue de régner quant à l'avenir de l'économie mondiale. Aux États-Unis, notre focus de ce mémoire, le futur est encore moins clair, avec les élections présidentielles qui amplifient le doute, et auront sans doute un impact colossal sur l'économie et sa croissance.

Dans ce travail, nous avons effectué une prévision de la croissance économique aux États-Unis, en utilisant la structure à terme des taux d'intérêt. Une variable qui représente depuis des décennies un moyen convaincant d'anticipation de l'économie future à court terme, malgré des périodes d'incompatibilité entre les deux variables, comme au milieu des années 90s, comme vous pouvez le voir sur la figure 11 aux annexes.

Nous avons exploité les informations que contient la courbe des taux afin d'anticiper la croissance économique. Nous avons prévu la croissance du PNB réel à partir des estimations effectuées sur les modèles ci-dessous :

$$\Delta PNB_{t+1:t+5} = a + b \left[\ln \left(\frac{1 + Rend\ 10ans_t}{1 + Rend\ 3mois_t} \right) \right] + U_{t+5}$$

$$\Delta PNB_{t+1:t+5} = a + b \left[\ln \left(\frac{1 + Rend\ 5ans_t}{1 + Rend\ 3mois_t} \right) \right] + U_{t+5}$$

Les résultats de nos prévisions étaient une croissance du PNB réel de 0,71% pour la courbe des taux de 10 ans, et 0,73% pour la courbe des taux de 5 ans. Des pourcentages

⁵⁴ Le site de l'organisation mondiale de la santé

considérés faibles dans une situation "normale", mais très prometteurs dans le contexte actuel.

Nous avons essayé d'inclure une deuxième variable pour notre prévision, qui est l'indice boursier S&P500, sauf que les tests statistiques étaient insignifiants pour cette dernière. Cela s'explique surtout par la volatilité des titres boursiers, qui en grande partie sont le résultat des comportements des investisseurs, à titre d'exemple le volume de transactions du S&P500 a augmenté de 60% au deuxième trimestre 2020 par rapport au premier trimestre de la même année. Ce qui est différent actuellement de la crise économique de 2008, c'est que les gens et les investisseurs en particulier, n'ont pas peur des banques et du système financier, mais plutôt de la situation mondiale très incertaine tant qu'un vaccin fiable n'aura pas éliminé en grande partie la contagion de ce dangereux virus.

6. Références bibliographiques

Anderson RM, Heesterbeek H, Klinkenberg D, Hollingsworth TD. How will country based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? 2020. The Lancet journal.

Artus P., Kaabi M., "Structure par terme des taux d'intérêt et reprise économique", 1994, Document de travail de la Caisse des Dépôts et Consignations.

B. D. Kelly, Plagues, pandemics and epidemics in Irish history prior to COVID-19 (coronavirus): what can we learn? Irish Journal of Psychological Medicine, page 1 à 6, 2020.

Baldwin, R., Weder di Mauro, B., "Economics in the Time of COVID-19", 2020, Centre for Economic Policy Research.

Barro R.J., Ursúa J.F., Weng J., " The coronavirus and the great influenza pandemic: Lessons from the “Spanish flu” for the coronavirus’s potential effects on mortality and economic activity", Mars 2020.

Boissay, F., & Rungcharoenkitkul, P. Macroeconomic effects of COVID-19: An early review. (2020). À BIS Bulletins (No. 7; BIS Bulletins). Banque des Règlements Internationaux.

Bootsma MCJ, Ferguson NM, The effect of public health measures on the 1918 influenza pandemic in U.S. cities. Proc Natl Acad Sci U S A 2007;104(18):7588–93.

Campbell, J. "Some lessons from the yield curve". 1995. Journal of Economic Perspectives. 129-152.

Campbell, J., Lo, A., Mackinlay, A., "The econometrics of financial markets", 1996, Princeton N.J, Princeton University Press.

Carlsson-Szlezak, Philipp, Reeves, M., & Swartz, P. Understanding the Economic Shock of Coronavirus. Harvard Business Review. 2020

Chang Ma, John Rogers, Sili Zhou. "Global Economic and Financial Effects of 21st Century Pandemics and Epidemics", 2020, Research Gate.

Choudry, M. (2008): The Yield Curve, and Spot and Forward Interest Rates.

Dubois E., Janci D., "Prévision du PIB par la courbe des taux : une constatation empirique en quête de théorie", 1994, *Economie & prévision*, 69-85.

Epstein L., Zin S., "Substitution, Risk Aversion, and the Temporal Behavior Consumption and Asset Returns : a Theoretical Framework", 1989, *Econometrica*, 937-969.

Estrella, A., Hardouvelis, G., "The term structure as a predictor of real economic activity", 1991, *The journal of finance*.

Ferguson, N et al. Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID19 mortality and healthcare demand. (2020). Imperial College London.

Gourinchas, P.-O. "Flattening the pandemic and recession curves". Mitigating the COVID Economic Crisis: Act Fast and Do Whatever it takes, CEPR Press 2020.

Greenstone, M., Nigam, V. "Does Social Distancing Matter?", (2020). Becker Friedman Institute.

Haubrich, J., Dombrosky, A., "predicting real growth using the yield curve", 1996, *Economic review* .

Hicks, J., "Value and Capital: An Inquiry into Some Fundamental Principles of Economic Theory", 1939, Oxford: Clarendon Press.

JHA P., Laxminarayan R., Mock C., R. Nugent: "Disease Control Priorities: Improving Health and Reducing Poverty", 2017.

Juranek, S., & Zoutman, F. The Effect of Social Distancing Measures on the Demand for Intensive Care: Evidence on COVID-19 in Scandinavia. (2020). Social Science Research Network.

Kessel, R.A. "The Cyclical Behavior of the Term Structure of Interest Rates", National Bureau of Economic Research, Occasional Paper No. 91, 1965.

L'Association du transport aérien international (IATA), communiqué n 50.

Larousse encyclopédie.

Lutz, F., "The Structure of Interest Rates", 1940, Quarterly Journal of Economics, 55, 36-63.

Moneta F, "Does the yield spread predict recessions in the euro area?", 2003, European central bank working paper series, N°294.

Muhammad Adnan Shereen, Suliman Khan, Abeer Kazmi, Nadia Bashir, Rabeea Siddique, " COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses", 2020, Journal of Advanced Research.

Na Zhu, Ph.D et al, "A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019", (2020), The New England Journal of Medicine.

Nicolas LePan, "Visualizing the History of Pandemics", 15 Mars 2020.

Organisation mondiale de santé.

Réserve Fédérale de la banque de St. Louis.

Stock J., Watson M., "New Indexes of Coincident and Leading Indicators", 1989, O. Blanchard and S. Fisher, (eds) ; NBER Macroeconomics Annual, 351-394.

Svenn-Erik Mamelund, La grippe espagnole de 1918 est-elle responsable du baby-boom de 1920 en Norvège ? Le cas d'un pays neutre, Population 2004/2 (Vol. 59), pages 269 à 302.

Whitworth J., "COVID-19: a fast evolving pandemic", 2020, Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene.

www.ec.europa.eu

www.worldometers.info/coronavirus

Zuliu Hu, The Yield Curve and Real Activity, 1993, IMF Econ Rev 40, 781–806.

7. Annexes

Tableau 8: Résultats de la régression avec la variable de la courbe des taux de 10 ans

Dependent Variable: REAL_GNP_GROWTH
 Method: Least Squares
 Date: 10/25/20 Time: 12:48
 Sample: 2002Q4 2020Q2
 Included observations: 71

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C | 0.002786 | 0.005024 | 0.554629 | 0.5809 |
| _10Y_SPREAD | 0.832208 | 0.228160 | 3.647474 | 0.0005 |
| R-squared | 0.161645 | Mean dependent var | | 0.018915 |
| Adjusted R-squared | 0.149495 | S.D. dependent var | | 0.021781 |
| S.E. of regression | 0.020087 | Akaike info criterion | | -4.949754 |
| Sum squared resid | 0.027840 | Schwarz criterion | | -4.886016 |
| Log likelihood | 177.7163 | Hannan-Quinn criter. | | -4.924407 |
| F-statistic | 13.30407 | Durbin-Watson stat | | 0.590658 |
| Prob(F-statistic) | 0.000510 | | | |

Tableau 9: Résultats de la régression avec la variable de la courbe des taux de 5 ans

Dependent Variable: REAL_GNP_GROWTH
 Method: Least Squares
 Date: 10/25/20 Time: 12:52
 Sample: 2002Q4 2020Q2
 Included observations: 71

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C | 0.004348 | 0.004571 | 0.951210 | 0.3448 |
| _5Y_SPREAD | 1.185184 | 0.317748 | 3.729954 | 0.0004 |
| R-squared | 0.167798 | Mean dependent var | | 0.018915 |
| Adjusted R-squared | 0.155737 | S.D. dependent var | | 0.021781 |
| S.E. of regression | 0.020013 | Akaike info criterion | | -4.957120 |
| Sum squared resid | 0.027635 | Schwarz criterion | | -4.893382 |
| Log likelihood | 177.9777 | Hannan-Quinn criter. | | -4.931773 |
| F-statistic | 13.91256 | Durbin-Watson stat | | 0.599523 |
| Prob(F-statistic) | 0.000389 | | | |

Tableau 10 : Résultats de la régression avec deux variables : La courbe des taux de 10 ans et le S&P500

Dependent Variable: REAL_GNP_GROWTH
 Method: Least Squares
 Date: 10/25/20 Time: 12:59
 Sample: 2002Q4 2020Q2
 Included observations: 71

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C | 0.002290 | 0.005056 | 0.452966 | 0.6520 |
| _10Y_SPREAD | 0.839606 | 0.228515 | 3.674183 | 0.0005 |
| SP500_RETURN | 0.032413 | 0.034772 | 0.932166 | 0.3545 |
| R-squared | 0.172223 | Mean dependent var | | 0.018915 |
| Adjusted R-squared | 0.147877 | S.D. dependent var | | 0.021781 |
| S.E. of regression | 0.020106 | Akaike info criterion | | -4.934282 |
| Sum squared resid | 0.027489 | Schwarz criterion | | -4.838676 |
| Log likelihood | 178.1670 | Hannan-Quinn criter. | | -4.896262 |
| F-statistic | 7.073866 | Durbin-Watson stat | | 0.626554 |
| Prob(F-statistic) | 0.001618 | | | |

Tableau 11: Résultats de la régression avec deux variables : La courbe des taux de 5 ans et le S&P500

Dependent Variable: REAL_GNP_GROWTH
 Method: Least Squares
 Date: 10/25/20 Time: 13:02
 Sample: 2002Q4 2020Q2
 Included observations: 71

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C | 0.003693 | 0.004610 | 0.801079 | 0.4259 |
| _5Y_SPREAD | 1.206338 | 0.318161 | 3.791595 | 0.0003 |
| SP500_RETURN | 0.036306 | 0.034635 | 1.048238 | 0.2982 |
| R-squared | 0.181032 | Mean dependent var | | 0.018915 |
| Adjusted R-squared | 0.156944 | S.D. dependent var | | 0.021781 |
| S.E. of regression | 0.019999 | Akaike info criterion | | -4.944980 |
| Sum squared resid | 0.027196 | Schwarz criterion | | -4.849374 |
| Log likelihood | 178.5468 | Hannan-Quinn criter. | | -4.906961 |
| F-statistic | 7.515640 | Durbin-Watson stat | | 0.648199 |
| Prob(F-statistic) | 0.001125 | | | |

Tableau 12: Résultats de la régression avant COVID-19 avec la courbe des taux de 10 ans pour prévoir T1-2019

Dependent Variable: REAL_GNP_GROWTH
 Method: Least Squares
 Date: 11/08/20 Time: 14:31
 Sample (adjusted): 2002Q4 2018Q4
 Included observations: 65 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C | 0.008575 | 0.004358 | 1.967507 | 0.0535 |
| _10Y_SPREAD | 0.606511 | 0.190922 | 3.176751 | 0.0023 |
| R-squared | 0.138070 | Mean dependent var | | 0.020908 |
| Adjusted R-squared | 0.124388 | S.D. dependent var | | 0.017062 |
| S.E. of regression | 0.015966 | Akaike info criterion | | -5.406479 |
| Sum squared resid | 0.016059 | Schwarz criterion | | -5.339575 |
| Log likelihood | 177.7106 | Hannan-Quinn criter. | | -5.380081 |
| F-statistic | 10.09175 | Durbin-Watson stat | | 0.374042 |
| Prob(F-statistic) | 0.002307 | | | |

Tableau 13 : Résultats de la régression avant COVID-19 avec la courbe des taux de 10 ans pour prévoir T2-2019

Dependent Variable: REAL_GNP_GROWTH
 Method: Least Squares
 Date: 11/08/20 Time: 14:27
 Sample (adjusted): 2002Q4 2019Q1
 Included observations: 66 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C | 0.008667 | 0.004283 | 2.023597 | 0.0472 |
| _10Y_SPREAD | 0.603784 | 0.188643 | 3.200668 | 0.0021 |
| R-squared | 0.137981 | Mean dependent var | | 0.020873 |
| Adjusted R-squared | 0.124512 | S.D. dependent var | | 0.016933 |
| S.E. of regression | 0.015843 | Akaike info criterion | | -5.422303 |
| Sum squared resid | 0.016065 | Schwarz criterion | | -5.355950 |
| Log likelihood | 180.9360 | Hannan-Quinn criter. | | -5.396083 |
| F-statistic | 10.24428 | Durbin-Watson stat | | 0.374150 |
| Prob(F-statistic) | 0.002135 | | | |

Tableau 14 : Résultats de la régression avant COVID-19 avec la courbe des taux de 5 ans pour prévoir T1-2019

Dependent Variable: REAL_GNP_GROWTH

Method: Least Squares

Date: 11/08/20 Time: 14:32

Sample (adjusted): 2002Q4 2018Q4

Included observations: 65 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C | 0.009803 | 0.003843 | 2.550864 | 0.0132 |
| _5Y_SPREAD | 0.869788 | 0.258723 | 3.361846 | 0.0013 |
| R-squared | 0.152109 | Mean dependent var | | 0.020908 |
| Adjusted R-squared | 0.138650 | S.D. dependent var | | 0.017062 |
| S.E. of regression | 0.015835 | Akaike info criterion | | -5.422902 |
| Sum squared resid | 0.015797 | Schwarz criterion | | -5.355997 |
| Log likelihood | 178.2443 | Hannan-Quinn criter. | | -5.396504 |
| F-statistic | 11.30201 | Durbin-Watson stat | | 0.399992 |
| Prob(F-statistic) | 0.001320 | | | |

Tableau 15 : Résultats de la régression avant COVID-19 avec la courbe des taux de 5 ans pour prévoir T2-2019

Dependent Variable: REAL_GNP_GROWTH

Method: Least Squares

Date: 11/08/20 Time: 14:29

Sample (adjusted): 2002Q4 2019Q1

Included observations: 66 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C | 0.009837 | 0.003786 | 2.598213 | 0.0116 |
| _5Y_SPREAD | 0.868523 | 0.256167 | 3.390455 | 0.0012 |
| R-squared | 0.152264 | Mean dependent var | | 0.020873 |
| Adjusted R-squared | 0.139018 | S.D. dependent var | | 0.016933 |
| S.E. of regression | 0.015712 | Akaike info criterion | | -5.439011 |
| Sum squared resid | 0.015799 | Schwarz criterion | | -5.372658 |
| Log likelihood | 181.4874 | Hannan-Quinn criter. | | -5.412792 |
| F-statistic | 11.49519 | Durbin-Watson stat | | 0.400640 |
| Prob(F-statistic) | 0.001200 | | | |

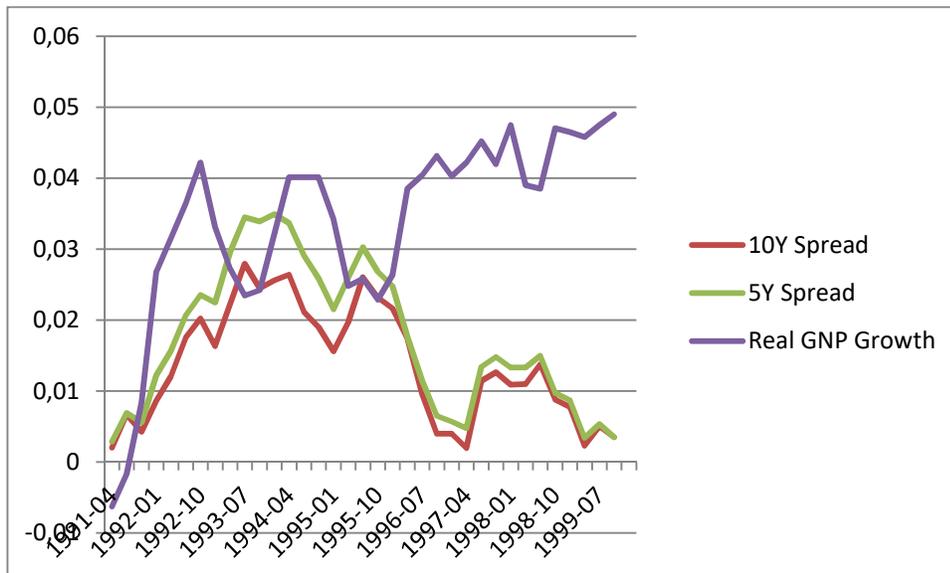


Figure 12 : Représentation de la croissance annuelle du PNB réel et les courbes de taux de 10 ans et 5 ans retardées