



Innovations en réponse à la Covid-19 : Analyse des collaborations et tendances dans les dépôts de brevets

Mohamadou SECK

EBAD, Université Cheikh Anta Diop de Dakar
Laboratoire de Recherche en Sciences de l'Information et de la Communication
(LARSIC)
mohamadou.seck@ucad.edu.sn

Mbemba NDIAYE

EBAD, Université Cheikh Anta Diop de Dakar
Laboratoire de Recherche en Sciences de l'Information et de la Communication
(LARSIC)
mbemba.ndiaye@ucad.edu.sn

Aminata KANE

EBAD, Université Cheikh Anta Diop de Dakar
Laboratoire de Recherche en Sciences de l'Information et de la Communication
(LARSIC)
aminata18.kane@ucad.edu.sn

Résumé : La pandémie de la Covid-19 a soumis le domaine de la recherche, de l'innovation et du développement à des défis de taille. L'urgence sanitaire, combinée aux répercussions économiques dramatiques, a incité les États, les universités et les entreprises à reconsidérer leurs modalités de gouvernance et d'action. Face à l'absence de solutions médicales immédiates, des mesures de distanciation sociale ont été préconisées et adoptées à l'échelle mondiale, entraînant des conséquences économiques néfastes. Dans ce contexte, l'innovation a émergé comme un vecteur susceptible de concilier les impératifs de santé publique et économique (Azoulay & Jones, 2020). C'est dans ce cadre que des chercheurs et inventeurs ont proposé des solutions technologiques ou des procédés. L'analyse des données de masse résultant de ces réponses scientifiques et techniques permet de mettre en lumière les collaborations entre inventeurs et scientifiques, ainsi que les tendances observées dans les dépôts de brevets. Les résultats semblent suggérer un renforcement des collaborations entre acteurs publics et privés durant la crise. De plus, il est à noter que la majorité des demandes de brevets liées à la Covid-19 est actuellement en cours d'examen, n'ayant pas encore été accordée. Dans ce contexte, le sous-domaine des virus à ARN messenger se distingue en enregistrant le plus grand nombre de demandes de brevets.

Mots-clés : brevets d'invention, covid-19, innovation, information brevets, cartographie brevets, propriété intellectuelle.

Innovations in Response to Covid-19: Analysis of Collaborations and Trends in Patent Filings

Abstract : The Covid-19 pandemic posed major challenges for research, innovation and development. The health emergency, combined with the dramatic economic repercussions, prompted governments, universities and businesses to reconsider their modes of governance and action. In the absence of immediate medical solutions, social distancing measures have been advocated and adopted worldwide, with adverse economic consequences. In this context, innovation has emerged as a vector capable of reconciling public health and economic imperatives (Azoulay & Jones, 2020). It is in this context that researchers and inventors have proposed technological solutions or processes. Analysis of the mass data resulting from these scientific and technical responses sheds light on collaborations between inventors and scientists, as well as trends observed in patent filings. The results seem to suggest a strengthening of collaborations between public and private players during the crisis. In addition, it should be noted that the majority of Covid-19-related patent applications are currently under examination, having not yet been granted. In this context, the messenger RNA virus sub-domain stands out with the highest number of patent applications.

Keywords: patents, covid-19, innovation, patent information, patent mapping, intellectual property.

Introduction

En décembre 2019, une épidémie de pneumonies d'origine inconnue a émergé dans la ville de Wuhan, en Chine (Farrugia & Plutowski, 2020; Lipsitch et al., 2020; Ni et al., 2020). Au cours du mois de janvier 2020, l'annonce officielle de la découverte d'un nouveau coronavirus a été faite par les autorités sanitaires chinoises en collaboration avec l'Organisation mondiale de la santé (Institut Pasteur, 2020; Velavan & Meyer, 2020). La Covid-19, ou maladie à coronavirus 2019, est une maladie infectieuse virale résultant de l'infection par la souche du coronavirus SARS-CoV-2. Les coronavirus peuvent être classés dans la catégorie des syndromes respiratoires aigus sévères (SRAS) et du syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS), tous deux considérés comme des infections zoonotiques (Junior et al., 2020). Les symptômes prédominants incluent des maux de tête, des douleurs musculaires, une fatigue notable, une toux, de la fièvre, une anosmie (perte de l'odorat) et une agueusie ou perte du goût (Klopfenstein et al., 2020; Struyf et al., 2021; Velavan & Meyer, 2020). Dans les cas les plus graves, l'apparition d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë est observée. Les populations présentant un risque accru sont principalement constituées de personnes âgées ou de celles souffrant de comorbidités.

Plus de trois années après la détection du premier cas, le Center for Systems Science and Engineering (CSSE) de l'Université Johns Hopkins

répertorie formellement 651 314 715¹ cas à l'échelle mondiale, accompagnés de 6 659 542 décès, induisant ainsi un taux de létalité de 1,02%. La pandémie a soumis l'agilité et la résilience des organisations à des épreuves substantielles (George et al., 2020). Dans les premiers mois de l'épidémie, en l'absence de solutions médicales immédiates pour atténuer la propagation virale, diverses mesures préventives ont été préconisées et mises en œuvre à l'échelle mondiale. Ces stratégies comprennent le port du masque, la pratique de la distanciation sociale, la fermeture des écoles, l'interdiction des rassemblements, l'application de mesures de confinement, ainsi que la fermeture partielle ou totale des entreprises non essentielles. Sur le plan médical, l'augmentation des tests et l'isolement des individus infectés et de leurs contacts ont également exercé une influence bénéfique sur la réduction de la transmission.

La pandémie a entraîné d'importants bouleversements économiques², sociétaux³, organisationnels⁴ et politiques à l'échelle mondiale. Néanmoins, face à ces perturbations, l'innovation émerge comme une force propice à la résolution du dilemme entre la préservation de la santé publique et le maintien de la stabilité économique (Azoulay & Jones, 2020). Historiquement, l'humanité a su tirer parti des crises pour élaborer des solutions appropriées et initier des révolutions technologiques majeures. Ainsi, la réponse à la crise s'est caractérisée par un nombre exceptionnel et une célérité remarquable d'innovations (Crawford & Serhal, 2020; Woolliscroft, 2020). En effet, afin d'identifier des outils efficaces de lutte contre la maladie, les industries biotechnologiques, pharmaceutiques, informatiques, ainsi que le milieu universitaire ont rapidement orienté leurs ressources vers la recherche de vaccins, d'agents antiviraux, et ont approfondi l'étude de la réponse immunitaire au virus (Farrugia & Plutowski, 2020). Les impératifs mondiaux en matière de vaccins, de thérapies et d'autres solutions efficaces ont incité l'OMS à déployer son plan directeur, visant à évaluer le niveau actuel de connaissance sur le nouveau virus, à définir des questions de recherche cruciales, et à mobiliser des ressources pour accélérer les recherches prioritaires, contribuant ainsi à contenir l'épidémie et à préparer les mesures nécessaires pour faire face à d'éventuelles résurgences (OMS, 2020).

La pandémie soulève donc une double problématique : d'une part, elle questionne la capacité des acteurs à mutualiser leurs compétences pour élaborer des réponses adéquates à la crise, et d'autre part, elle met en lumière la nécessité

¹ Chiffres du 15 décembre 2022

² Aux États-Unis, le COVID-19 a réduit le produit intérieur brut (PIB) d'environ 30% (Azoulay & Jones, 2020)

³ Contagion sociale en termes de comportements d'adoption des technologies (George et al., 2020)

⁴ Virtualisation du travail, remodelisation des interactions sociales, création de nouvelles équipes scientifiques avec des membres qui ne se sont jamais rencontrés (George et al., 2020)

de concilier les intérêts collectifs avec ceux des entreprises, lesquelles poursuivent des objectifs financiers. Dans cette optique, le présent article aspire à analyser les actions et réactions des communautés scientifiques, des inventeurs et des entreprises en termes de collaboration directes ou indirectes, de partage et d'initiatives individuelles pendant la pandémie de Covid-19. L'étude des collaborations débutera par l'analyse de l'utilisation des résultats de la recherche par la communauté des inventeurs. Quant aux initiatives individuelles, l'analyse portera sur la distribution des dépôts selon les domaines et sur la nature juridique des demandes.

1. L'innovation en période de crise, l'enjeu du partage et du brevet

Pour répondre aux divers bouleversements engendrés par la crise, de nombreuses innovations voient le jour. Les plus élémentaires se manifestent à travers des solutions de désinfection et des dispositifs tels que les masques, tandis que les plus sophistiquées englobent les vaccins à ARN messenger. Certaines de ces avancées conduisent à des dépôts de brevets, principalement initiés par des firmes multinationales qui persistent dans la poursuite de leurs objectifs financiers. Néanmoins, d'autres entités et individus décident de renoncer à la protection par brevet, motivés par diverses considérations, notamment le non-respect des critères de brevetabilité, la complexité inhérente au système des brevets, le manque d'information, et la volonté de mettre à disposition de la communauté des technologies et des procédés utiles de manière gratuite.

1.1. Pandémie et approche collaborative

L'impact de la pandémie de la Covid-19 sur l'innovation varie en fonction des secteurs économiques. Pour les organismes de régulation, les centres médicaux universitaires, le corps enseignant et les étudiants, les innovations se concentrent sur les soins virtuels, l'hospitalisation à domicile, les avancées en matière de diagnostic et de thérapie, l'apprentissage virtuel, et l'apprentissage clinique virtuel (Woolliscroft, 2020). Dans le domaine de l'éducation, une vague d'innovations est observée avec l'émergence de nouveaux modèles commerciaux accordant une importance accrue à l'éducation en ligne et à ses dérivés, tandis que d'autres secteurs, tels que l'hôtellerie et le tourisme, semblent être confrontés à des perspectives sombres (George et al., 2020). Les technologies numériques avancées sont largement mobilisées pour le dépistage, la recherche des contacts, le traitement des personnes infectées par le coronavirus, la restructuration rapide des chaînes d'approvisionnement, ainsi que le soutien aux modalités de travail à distance et à l'enseignement à distance (Lee & Trimi, 2021). Ces innovations, bien

que non exhaustives, illustrent la dynamique qui a mobilisé les chercheurs et les inventeurs durant cette période de crise. Ainsi, malgré ses nombreux aspects négatifs, il est pertinent d'aborder les avantages potentiels d'une crise, sachant que plusieurs réponses aux chocs qu'elle engendre peuvent contribuer à améliorer les conditions de vie actuelles et futures des populations. A titre d'exemple, il est notable de constater que les entreprises du secteur numérique ont largement bénéficié de la crise sanitaire.

Par ailleurs, afin de stimuler les découvertes et les innovations, différentes initiatives ont été initiées. Ce faisant, elles visent à soutenir diverses voies de recherche indépendantes, car il est reconnu que les idées novatrices émergent souvent de sources inattendues. De plus, ces initiatives cherchent à accroître les probabilités de trouver des solutions aux défis de l'humanité en favorisant la multiplication des collaborations entre les acteurs publics et privés.

Afin d'intégrer cette dimension collaborative, il est attendu que la pandémie, en tant que crise mondiale significative, engendre des évolutions d'approches parmi les parties prenantes et favorise le renforcement des relations entre les entités publiques et privées. Pour étudier cet aspect coopératif, la citation de brevets par des chercheurs et celle de travaux scientifiques par des inventeurs peuvent servir d'indicateurs du niveau d'interaction entre ces deux parties. La collaboration, dans cette perspective, se définit ici comme le partage réciproque et l'utilisation mutuelle des résultats, des technologies et des procédés entre chercheurs et inventeurs, ou entre institutions universitaires et entreprises. Chacune des parties tirant profit des réalisations de l'autre en tant qu'instrument ou outil de travail, même si la nature de la collaboration peut s'avérer indirecte.

À un niveau plus global, plusieurs initiatives ont été lancées pour rendre accessible à tous les technologies⁵ de lutte contre la Covid-19, notamment le "The COVID-19 Technology Access Pool" (C-TAP)⁶ ou Groupement d'accès aux technologies contre la COVID-19 de l'OMS, ainsi que le "Medicines Patent Pool" (MPP). Aussi, la pandémie a induit un changement d'approche dans la politique de recherche et développement (R&D) des États et des entreprises. Par exemple, dans le domaine biomédical, le financement public a évolué de la recherche fondamentale vers le développement et la fabrication de produits à un stade avancé, avec des garanties assurées par des accords d'approvisionnement avec

⁵ Vaccins, tests et autres technologies

⁶ La C-TAP repose sur l'octroi de licences sur d'éventuelles technologies alors que la MPP « est une organisation de santé publique soutenue par les Nations Unies, dont la mission est d'améliorer l'accès à des médicaments essentiels dans les pays à revenu faible et intermédiaire, et de faciliter la mise au point de tels médicaments » (Medicines Patent Pool, 2020)

les gouvernements (Sampat & Shadlen, 2021). Ces garanties ont ainsi remplacé les incitations traditionnelles des brevets pour les grandes entreprises privées. En effet, en tant que titre de propriété conféré par un office de propriété industrielle à l'inventeur d'une technologie ou d'un procédé, le brevet était jusqu'alors l'une des rares incitations à l'invention car permettant à son titulaire de bénéficier de l'exclusivité de l'exploitation de son invention sur une durée minimale de 20 ans.

Toujours sur le registre des droits de propriété intellectuelle, des initiatives privées et publiques ont émergé pour faciliter l'accès aux connaissances et technologies liées à la pandémie. Bien que certains détenteurs majeurs de brevets aient temporairement suspendu l'exercice de leurs droits pendant la pandémie, dans d'autres pays tels que l'Allemagne, Israël, le Chili et le Canada, les gouvernements ont pris des mesures préventives pour garantir que les utilisations liées à la COVID-19 demeurent ouvertes (Nicol & Nielsen, 2020). Cependant, au sein des Accords sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce (ADPIC) de l'OMC, les propositions visant à exempter les brevets pour les vaccins et produits pharmaceutiques liés à la Covid-19 rencontrent une forte opposition de la part de la plupart des pays développés, et un consensus sur cette question au sein de l'OMC semble peu probable (Zaman, 2021).

En dépit de la situation de catastrophe humanitaire mondiale, et hormis quelques initiatives louables, les acteurs, principalement privés, ont adopté des comportements ambigus en ce qui concerne les connaissances, technologies et procédés nécessaires, d'une part, à la compréhension de la pandémie et, d'autre part, à sa résolution.

1.2. *Le brevet en période de crise, opportunité ou menace ?*

Les résultats obtenus, tant au niveau des actions publiques que privées, pourraient être considérablement renforcés par l'exploitation des connaissances scientifiques et techniques existantes. A ce titre, les documents brevets, représentant une part significative de la mémoire scientifique et technologique humaine, se révèlent être une source d'informations inégalée, étant donné que « les informations publiées dans les brevets ne sont que rarement publiées dans d'autres sources d'information » (Dou & Leveillé, 2015). Ainsi, dans certains domaines, jusqu'à 80% de l'information technique mondiale est exclusivement contenue dans les brevets (Asche, 2017; Lupu et al., 2017). En effet, les inventeurs, soucieux de protéger leurs technologies contre la contrefaçon, déposent des demandes de brevets divulguant des renseignements substantiels sur leurs inventions. Ces informations, comprenant les documents déposés, les échanges entre les offices de propriété industrielle et les demandeurs, ainsi que les rapports

d'examens de recherche, forment une documentation étendue accessible librement dans les bases de données. A titre d'exemple, sur la base de données européenne ESPACENET, plus de 140.000.000 documents brevets⁷ sont disponibles, dont certains sont directement liés à la pandémie.

Par ailleurs, l'analyse de cette masse de données à l'aide d'outils de cartographie permet de visualiser l'état de la recherche et de la production technique liée à la pandémie. Cette démarche vise à répondre à la question fondamentale suivante : "Quels enseignements tirés des inventions liées à la Covid-19 ?" Cette interrogation engendre des questionnements plus spécifiques tels que l'évolution des inventions liées à la Covid-19 depuis son apparition jusqu'à nos jours, la répartition des brevets par domaine de classification, et le niveau de collaboration entre les acteurs publics et privés. De surcroît, elle interroge sur la contribution de la recherche fondamentale à la quête de solutions face à la pandémie.

Une revue de la littérature scientifique et technique permet d'identifier plusieurs travaux préalables qui démontrent qu'à l'échelle mondiale, bien que de nombreux brevets portant sur les masques, les ventilateurs, les thérapies, les diagnostics et les vaccins demeurent actifs, de nombreuses nouvelles demandes sont continuellement déposées (Nicol & Nielsen, 2020). Aussi, des études ont été menées sur les brevets présentant des traitements potentiels pour le SRAS-CoV-1, le SRAS-CoV-2 et le MERS-CoV (Junior et al., 2020). Parallèlement, l'utilisation des médicaments traditionnels chinois brevetés dans le traitement de la Covid-19 a été explorée (Ni et al., 2020; Zhang et al., 2020; Zhuang et al., 2020). D'autres scientifiques se sont intéressés à l'analyse des brevets pour détecter les principales entreprises de biotechnologie susceptibles de développer avec succès des traitements et des vaccins contre des pandémies comme le COVID-19 (Guderian et al., 2021; Rogosnitzky et al., 2020). Enfin, l'analyse de Bloom, Davis et Zhestkova (2021) se concentre sur l'évolution des demandes de brevets liées aux technologies améliorant la qualité et l'efficacité du "travail à domicile"⁸. Ils notent une augmentation significative de ces demandes de janvier à septembre 2020, prévoyant une expansion du travail à domicile après la crise.

En matière de prévention, bien que les droits de propriété intellectuelle, en particulier les brevets, puissent encourager l'innovation et préserver les investissements dans la recherche et le développement, ils peuvent également ralentir le développement. Ainsi, des propositions de dérogations au droit des brevets sur les vaccins et les produits pharmaceutiques liés à la Covid-19 ont été

⁷ Nombre publié sur le site <https://worldwide.espacenet.com/>

⁸ Visioconférence, télétravail, interactivité à distance et travail à domicile

avancées (Zaman, 2021). Toutefois, en raison de la complexité de certaines technologies en jeu et des limites informationnelles de la documentation brevets, ces dérogations ne suffiront pas à résoudre certaines problématiques, telles que la pénurie de vaccins (Santos Rutschman & Barnes-Weise, 2021). Certains experts suggèrent alors la création de "communautés de brevets"⁹ afin de surmonter les obstacles liés à l'éclatement des technologies nécessaires à la production de certains biens et services (Bashar Malkawi, 2020).

En somme, bien que ces exemples illustrent la dynamique d'initiatives nées de la pandémie, ils ne permettent pas d'évaluer de manière exhaustive le degré de collaboration entre scientifiques et inventeurs, ni l'état de l'art complet des inventions liées à la Covid-19.

2. Méthodologie de constitution et d'analyse du corpus

2.1. Constitution du corpus

L'instrument utilisé pour la constitution du corpus de données brevets repose sur l'agrégateur de métadonnées Lens.org. Ce dernier est une base de données qui permet de fusionner trois ensembles de données distincts. L'objectif fondamental de Lens.org est d'établir des connexions entre les brevets d'invention, les travaux scientifiques et Patseq¹⁰, avec pour finalité de faciliter les processus de découverte, d'analyse, de prise de décision et de collaboration.

Lens.org offre la possibilité d'effectuer des recherches avancées fondées sur des requêtes structurées, comme décrit par Martín-Martín et al. (2021). Toutefois, il est pertinent de noter que Lens ne couvre pas l'ensemble des bases de données savantes, se limitant plutôt à trois ensembles de données spécifiques¹¹.

Pour la constitution de notre corpus, la requête a été définie en utilisant des expressions clés spécifiques désignant la pandémie à coronavirus, combinées avec l'opérateur booléen OR. Ainsi, l'équation de recherche suivante a été retenue : "**covid-19**" OR "**sars-cov-2**" OR "**2019-nCoV**". De plus, l'option de recherche structurée a été privilégiée pour spécifier la requête dans les champs titre, résumé et revendications, permettant ainsi de filtrer les documents parasites et de retenir uniquement ceux contenant au moins l'une des expressions susmentionnées dans l'un des trois champs.

⁹ Mécanisme permettant à des détenteurs d'inventions de constituer un « pool » de brevets et d'autoriser leurs utilisations moyennant le paiement de royalties.

¹⁰ Installation pour rechercher et analyser des séquences biologiques divulguées dans la littérature des brevets.

¹¹ PubMed, Crossref et Microsoft Academics

Cette équation de recherche a généré un corpus de **11 718 documents brevets**, tandis qu'**Espacenet**¹² en propose **5 059** et **Patentscope**¹³ **1 837**.

3. Analyse du corpus

Pour approfondir notre compréhension des enseignements tirés des inventions liées à la Covid-19, en répondant de manière spécifique aux questionnements formulés plus haut, nous avons procédé à une analyse temporelle du corpus afin d'identifier les tendances émergentes et les évolutions technologiques. Ensuite, la Classification Internationale des Brevets (CIB) a été utilisée pour classer les brevets selon les domaines pertinents, en s'appuyant sur les recommandations de Kogut et Metiu (2001). Cette approche offre des perspectives sur la manière dont l'innovation peut émerger de manière collaborative et distribuée. Cette démarche est complétée par une analyse des citations pour évaluer l'influence de la recherche fondamentale sur les brevets, en s'inspirant des travaux de Narin et Noma (1985).

Par ailleurs, en utilisant des outils de cartographie et d'analyse des réseaux, inspirés des travaux de Powel et al., (1996) sur les réseaux d'apprentissage dans la biotechnologie, nous visons à visualiser la distribution des brevets par domaines technologiques, à identifier les acteurs clés, et à évaluer le niveau de collaboration entre acteurs publics et privés.

4. Résultats et discussion

Les résultats de l'analyse indiquent que, jusqu'à la période de base, un nombre limité de demandes de brevets relatives à la Covid-19 ont été accordés, la majorité-plus de 78%-étant encore en cours d'examen. Notamment, les dépôts de brevets se concentrent principalement sur les vaccins exploitant la technologie de l'ARN messenger. De plus, il est à souligner que les inventeurs ont principalement référencé des travaux scientifiques provenant d'auteurs affiliés à des institutions universitaires américaines.

4.1. *La science au service de la technologie*

Les créateurs des **11 718** technologies et procédés répertoriés en relation avec la Covid-19 ont cité **27 772** travaux scientifiques, affichant ainsi une moyenne de **2,37** travaux par demande. Ces données soulignent les efforts déployés par la communauté scientifique pour trouver des solutions à la pandémie et témoignent de la confiance des inventeurs envers cette

¹² Base de l'office européen des brevets

¹³ Base de l'office mondial de propriété intellectuelle

communauté. De plus, elles peuvent être interprétées comme un indicateur du niveau de collaboration entre les acteurs publics, représentés par les universités, et les acteurs privés, notamment les inventeurs œuvrant principalement pour des entreprises.

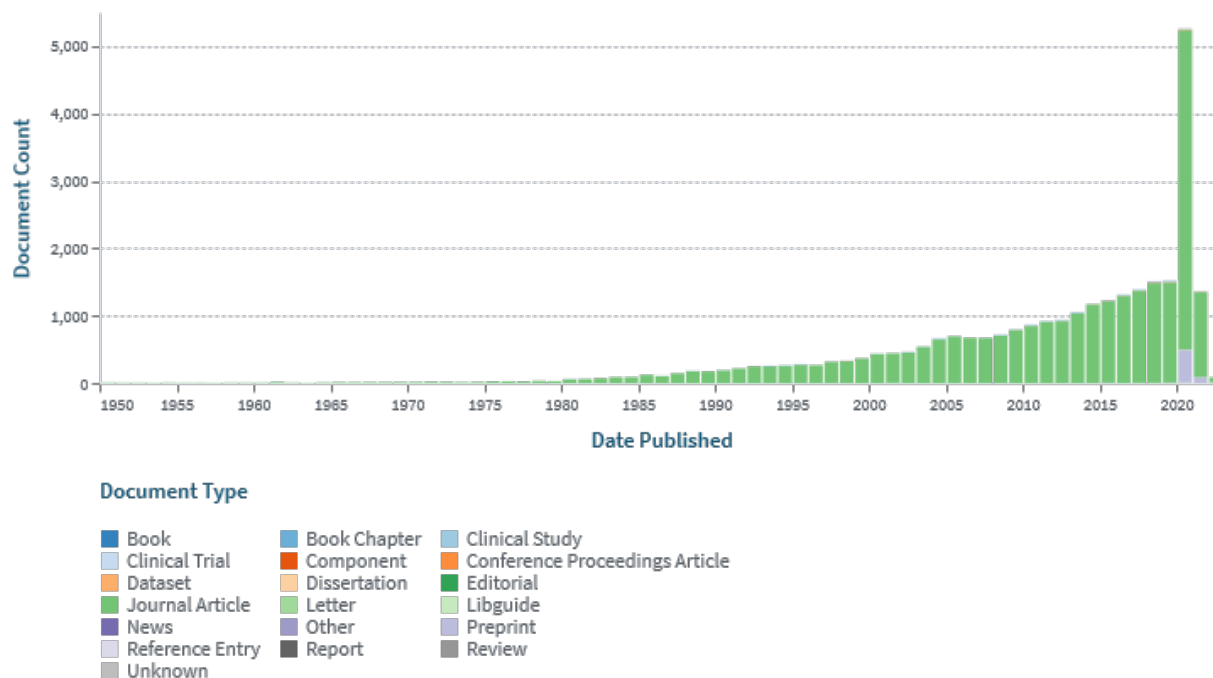


Figure 1 : Types de travaux de recherche cités dans les documents brevets

Les inventeurs de technologies et procédés liés à la Covid-19 ont principalement fait référence à des articles publiés de 1961 à nos jours (**Figure 1**). La mention de seize travaux datant de 1961 est probablement liée aux résultats des études sur la grippe asiatique (H2N2) de 1957-1958, qui a causé entre 1 et 4 millions de décès dans le monde (Halimi 2022). Les autres types de documents¹⁴ n'ont pas été cités. L'analyse des graphiques révèle que le nombre de citations dépend de l'année de publication, les articles les plus récents étant les plus cités, avec un pic de 4733 citations en 2020. La communauté des inventeurs accorde une crédibilité particulière aux travaux scientifiques, en particulier aux articles. La préférence marquée pour ces derniers en tant que source de référence peut être attribuée à leur rigueur méthodologique et à leur évaluation par les pairs, renforçant ainsi la crédibilité des travaux cités. En effet, le niveau de scientificité des approches et des contenus des articles scientifiques est relativement plus

¹⁴ Livres, rapport, etc.

élevé que celui des autres types de documents. Par ailleurs, le recours à ce type de documentation peut également s'expliquer par le délai très court entre le début de la pandémie de SRAS-Cov2 et "l'année de référence"¹⁵, la rédaction d'un ouvrage nécessitant généralement plus de temps que celle d'un article.

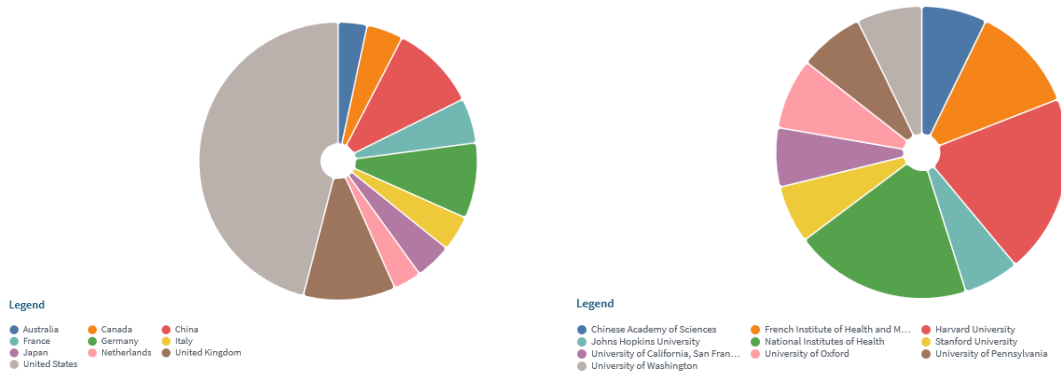


Figure 2: origine des dix articles les plus cités par pays d'origine **Figure 3:** origine des dix articles les plus cités par institution d'origine

Les résultats indiquent que 46% des dix articles les plus cités par les documents de brevets proviennent des États-Unis, plus précisément de la Harvard University et de la National Institutes of Health, chacune contribuant à hauteur de 20%. Cette tendance trouve en partie son explication dans l'origine des demandeurs, dont 39% sont américains, ainsi que dans le nombre de publications scientifiques émanant de ce pays. Ces résultats semblent également suggérer une corrélation entre l'origine géographique des technologies et la provenance des citations. Ainsi, la concentration de 46% des citations provenant des États-Unis, peuvent être interprétées comme un reflet de la contribution significative de la recherche américaine dans le domaine. Par conséquent, ces résultats renforcent les données dérivées des demandes mondiales de brevets, une proportion significative étant déposée par des entités américaines.

4.2. Répartition des demandes par domaine

Les demandes de brevets sont classifiées selon des systèmes tels que la Classification Internationale des Brevets (CIB) et la Classification Coopérative des Brevets (CPC), qui facilitent la catégorisation des innovations. La CIB, déclinée en huit domaines des « *nécessités courantes de la vie* » représenté par la lettre A, à la "physique" représenté par la lettre H, a évolué en 1971 après l'Arrangement de Strasbourg pour devenir le système international de hiérarchisation harmonisée des documents brevets¹⁶, permettant une recherche

¹⁵ Celle à laquelle les données ont été collectées.

¹⁶ brevets, modèles d'utilité, certificats d'utilité et certificats d'auteurs d'inventions

plus efficace et un meilleur accès à l'information brevet. D'autre part, la CPC, mise en vigueur le 1er janvier 2013, résulte de la collaboration entre l'Office Européen des Brevets (OEB) et l'Office Américain des Brevets et des Marques (USPTO), avec une section de classification supplémentaire par rapport à la CIB.

Les résultats de notre requête indiquent que les inventions liées à la Covid-19 se concentrent principalement dans la classe A, qui englobe le domaine des "nécessités humaines". Plus précisément, le sous-domaine des virus à ARN, identifié par le code **A61P31/14**, compte 3 915 demandes. Dans la **Figure 4**, les surfaces plus vives indiquent des secteurs à forte activité brevet, mettant en évidence les zones où la recherche et le développement sont les plus concentrés. Cette visualisation pourrait être un outil précieux pour orienter davantage les investissements et les stratégies de recherche. Étant donné que le SRAS-CoV-2 est un virus à ARN (Accinelli et al., 2020) détecté dans divers échantillons biologiques (Holtmann et al., 2020), des essais vaccinaux basés sur l'ARN messenger ont été menés avec des résultats prometteurs, en particulier chez les adultes de 56 ans et plus, présentant une réponse immunitaire plus robuste par rapport à d'autres candidats vaccins (Anderson et al., 2020).

147 A41D13/11	203 A61B5/00	139 A61K31/352	143 A61K31/706	138 A61K38/00
139 A61K38/17	441 A61K39/00	463 A61K39/12	1,203 A61K39/215	148 A61K39/39
353 A61K39/395	412 A61K39/42	545 A61K45/06	588 A61K9/00	944 A61P11/00
227 A61P29/00	139 A61P31/00	753 A61P31/12	3,915 A61P31/14	281 A61P31/16
184 A61P35/00	142 A61P37/04	160 B01L3/00	341 C07K14/005	652 C07K14/165
992 C07K16/10	223 C07K19/00	436 C12N15/11	193 C12N15/113	283 C12N15/13
324 C12N15/50	189 C12N15/62	199 C12N15/85	249 C12N15/86	181 C12N5/10
247 C12N7/00	147 C12Q1/6806	247 C12Q1/6844	205 C12Q1/686	990 C12Q1/70
252 C12R1/93	167 G01N33/53	435 G01N33/543	193 G01N33/558	1,299 G01N33/569
209 G01N33/577	164 G01N33/58	449 G01N33/68	154 G16H50/20	200 G16H50/80

Figure 4 : Carte de chaleur des cinquante sous-classes ayant déposé le plus grand nombre de demandes brevets

Le deuxième domaine avec le plus grand nombre de demandes appartient à la physique, plus précisément au sous-domaine **G01N**, qui concerne la "recherche ou analyse de matières par détermination de leurs propriétés chimiques ou physiques, procédés de mesure ou d'essai autres que l'immunodosage, faisant intervenir des enzymes ou des micro-organismes". Cette sous-classe est liée à l'étude des virus par l'utilisation de procédés physiques ou chimiques. Les sous-domaines moins colorés représentent ceux n'ayant pas encore enregistré de demandes ou ayant fait l'objet de très peu de demandes.

Cependant, la faible fréquence de dépôts de brevets dans un domaine peut revêtir plusieurs significations : le domaine peut ne pas être pertinent pour la problématique en question, les innovations dans ce domaine ne suscitent peut-être pas l'intérêt pour le dépôt de brevets, ou il pourrait s'agir d'un domaine émergent, faiblement exploré mais potentiellement prometteur. Ainsi, l'information brevet devient un outil essentiel d'exploration et de détection d'innovations ainsi que de potentiels marchés.

5. Statut légal des demandes de brevets

Dans le cadre de notre étude sur un corpus de **11 718** documents recensés, il convient de noter que seuls 684 brevets ont été accordés, représentant ainsi un modeste pourcentage de 5,83%. Cette observation suscite une réflexion approfondie sur les causes de ce taux apparemment faible, lesquelles pourraient être attribuées à divers facteurs tels que l'abandon et la suppression des demandes, ainsi que les délais significatifs entre la date de dépôt et celle de la délivrance du brevet.

Les résultats obtenus suggèrent que la majorité des demandes, soit 9 188 sur l'ensemble du corpus, soit 78,4%, se trouvent actuellement en cours d'examen. Cette situation découle principalement du processus complexe de délivrance d'un brevet d'invention, un processus qui peut s'étendre sur plusieurs années. Ce processus comporte deux principales phases, à savoir des examens de forme et de fond, impliquant souvent l'intervention de compétences diverses, des échanges entre l'office de brevets et le demandeur, des oppositions, ainsi que d'autres procédures pouvant entraîner des retards significatifs dans la délivrance.

Il est important de souligner que, conformément à l'article R612-39 du Code de la propriété intellectuelle (Légifrance, 2020), toute demande de brevet est généralement rendue publique au plus tard 18 mois après la date de dépôt, indépendamment de sa délivrance ultérieure ou de son rejet. Ainsi, la publication d'une demande de brevet ne garantit pas nécessairement sa délivrance,

soulignant l'importance cruciale d'accorder une attention particulière aux informations juridiques liées aux brevets.

La proportion substantielle de brevets non délivrés pourrait également être expliquée par des rejets ou des abandons. Comme le montre la **Figure 4**, près de 800 demandes ont été abandonnées, tandis que seules 1 883 demeurent actives. Cette constatation met en lumière l'importance de comprendre les motifs sous-jacents à ces abandons et rejets, ce qui pourrait fournir des perspectives précieuses pour optimiser le processus de dépôt et d'examen des demandes de brevets.

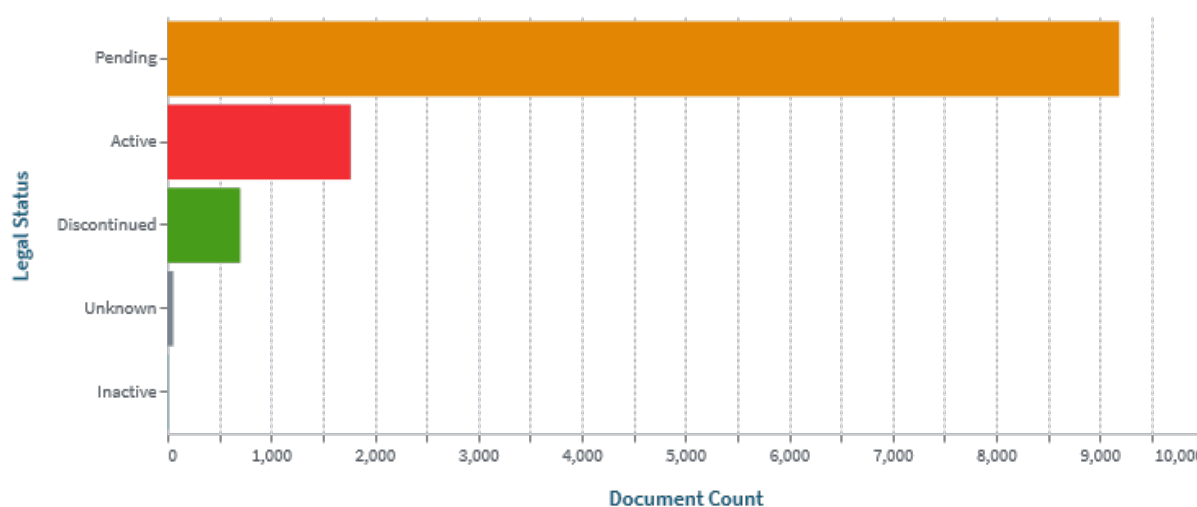


Figure 4 : Classification des documents brevets selon le statut légal

Conclusion

En période de crise, la quête de solutions incite fréquemment à tirer parti des ressources et des connaissances disponibles. Du point de vue scientifique, les bases de données regorgent d'une diversité de travaux portant sur des thématiques variées. Parallèlement, sur le versant technologique, les bases de données brevets révèlent les contenus des brevets d'invention. Ainsi, pour pallier les contraintes inhérentes à une crise, les décideurs peuvent se tourner vers l'analyse des informations brevets dans leur recherche de solutions. Cependant, il semble que peu d'attention a été accordée à l'exploration des possibilités offertes par les informations publiquement accessibles pour la prise de décisions organisationnelles, non seulement dans le contexte de la pandémie mondiale de COVID-19, mais également dans les situations de crises en général (Guderian et al., 2021).

L'examen des données brevets et des travaux scientifiques associés à la Covid-19 révèle que moins de 6% des demandes ont abouti à la délivrance de brevet, la majorité étant encore en cours de traitement. Cette tendance peut être

attribuée principalement aux délais inhérents au processus de traitement et d'examen des dépôts. En ce qui concerne la répartition par domaine, le sous-domaine des virus à ARN enregistre le plus grand nombre de demandes, probablement en raison du rôle crucial que jouent les vaccins à ARN messager, représentant l'une des principales innovations induites par la pandémie.

En ce qui concerne les collaborations, notamment en termes de partage et d'utilisation mutuelle des résultats de la recherche, une analyse des citations dans les travaux scientifiques met en lumière un intérêt significatif de la part de la communauté d'inventeurs, avec une moyenne de 2,37 citations par document brevet.

Par ailleurs, de nombreuses demandes sont déposées par des entités publiques telles que des universités, des instituts et des laboratoires qui mènent des activités scientifiques pouvant conduire à des inventions et au dépôt de brevets. Dans ce sens, les collaborations peuvent être considérés comme internes. Néanmoins, les citations pourraient également être considérées, dans une certaine mesure, comme un indicateur du degré de confiance qu'une communauté d'inventeurs accorde à une communauté de chercheurs, et vice versa.

Pendant, en dépit de l'ampleur de la crise humanitaire mondiale, et à l'exception de certaines initiatives louables, les acteurs, principalement issus du secteur privé, ont adopté des comportements ambigus en ce qui concerne l'acquisition des connaissances, des technologies et des procédés nécessaires à la compréhension de la pandémie d'une part, et à sa résolution d'autre part.

Références bibliographiques

- Accinelli, R. A., Zhang Xu, C. M., Ju Wang, J.-D., Yachachin-Chávez, J. M., Cáceres-Pizarro, J. A., Tafur-Bances, K. B., Flores-Tejada, R. G., & Paiva-Andrade, A. del C. (2020). COVID-19: La pandemia por el nuevo virus SARS-CoV-2. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 37, 302-311. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.372.5411>
- Anderson, E. J., Roupheal, N. G., Widge, A. T., Jackson, L. A., Roberts, P. C., Makhene, M., Chappell, J. D., Denison, M. R., Stevens, L. J., Pruijssers, A. J., McDermott, A. B., Flach, B., Lin, B. C., Doria-Rose, N. A., O'Dell, S., Schmidt, S. D., Corbett, K. S., Swanson, P. A., Padilla, M., ... Beigel, J. H. (2020). Safety and Immunogenicity of SARS-CoV-2 mRNA-1273 Vaccine in Older Adults. *New England Journal of Medicine*, 383(25), 2427-2438. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2028436>
- Asche, G. (2017). "80% of technical information found only in patents" – Is there proof of this [1]? *World Patent Information*, 48, 16-28. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2016.11.004>

- Azoulay, P., & Jones, B. (2020). Beat COVID-19 through innovation. *Science*, 368(6491), 553-553. <https://doi.org/10.1126/science.abc5792>
- Bashar Malkawi, U. of A. (2020). *Patent Pools and COVID-19* [jeu de données]. Inter-university Consortium for Political and Social Research (ICPSR). <https://doi.org/10.3886/E122963V2>
- Bloom, N., Davis, S. J., & Zhestkova, Y. (2021). COVID-19 Shifted Patent Applications toward Technologies That Support Working from Home. *AEA Papers and Proceedings*, 111, 263-266. <https://doi.org/10.1257/pandp.20211057>
- Crawford, A., & Serhal, E. (2020). Digital Health Equity and COVID-19: The Innovation Curve Cannot Reinforce the Social Gradient of Health. *Journal of Medical Internet Research*, 22(6), e19361. <https://doi.org/10.2196/19361>
- Dou, H., & Leveillé, V. (2015). Using patent information to facilitate creativity and technological development. Application to Sustainable Development. *Revue internationale d'intelligence économique*, 7(1), 25-45.
- Farrugia, G., & Plutowski, R. W. (2020). Innovation Lessons From the COVID-19 Pandemic. *Mayo Clinic Proceedings*, 95(8), 1574-1577. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.05.024>
- George, G., Lakhani, K. R., & Puranam, P. (2020). What has changed? The Impact of Covid Pandemic on the Technology and Innovation Management Research Agenda. *Journal of Management Studies*, 57(8), 1754-1758. <https://doi.org/10.1111/joms.12634>
- Guderian, C. C., Bican, P. M., Riar, F. J., & Chattopadhyay, S. (2021). Innovation management in crisis: Patent analytics as a response to the COVID-19 pandemic. *R&D Management*, 51(2), 223-239. <https://doi.org/10.1111/radm.12447>
- Holtmann, N., Edimiris, P., Andree, M., Doehmen, C., Baston-Buest, D., Adams, O., Kruessel, J.-S., & Bielfeld, A. P. (2020). Assessment of SARS-CoV-2 in human semen—A cohort study. *Fertility and Sterility*, 114(2), 233-238. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2020.05.028>
- Home. (s. d.). MPP. Consulté 17 mai 2021, à l'adresse <https://medicinespatentpool.org/fr/>
- Institut Pasteur. (2020, janvier 21). *Maladie Covid-19 (nouveau coronavirus)*. Institut Pasteur. <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/maladie-covid-19-nouveau-coronavirus>
- Junior, J. A. C. N., Santos, A. M., Quintans-Júnior, L. J., Walker, C. I. B., Borges, L. P., & Serafini, M. R. (2020). SARS, MERS and SARS-CoV-2 (COVID-19) treatment: A patent review. *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, 30(8), 567-579. <https://doi.org/10.1080/13543776.2020.1772231>

- Klopfenstein, T., Kadiane-Oussou, N. J., Toko, L., Royer, P.-Y., Lepiller, Q., Gendrin, V., & Zayet, S. (2020). Features of anosmia in COVID-19. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 50(5), 436-439. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2020.04.006>
- Kogut, B., & Metiu, A. (2001). Open-Source Software Development and Distributed Innovation. *Oxford Review of Economic Policy*, 17(2), 248-264.
- Lee, S. M., & Trimi, S. (2021). Convergence innovation in the digital age and in the COVID-19 pandemic crisis. *Journal of Business Research*, 123, 14-22. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.041>
- Légifrance. (2020). Article R612-39 – Code de la propriété intellectuelle – Légifrance. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000041480854
- Lipsitch, M., Swerdlow, D. L., & Finelli, L. (2020). Defining the Epidemiology of Covid-19—Studies Needed. *New England Journal of Medicine*, 382(13), 1194-1196. <https://doi.org/10.1056/NEJMp2002125>
- Lupu, M., Mayer, K., Kando, N., & Trippe, A. J. (Éds.). (2017). *Current Challenges in Patent Information Retrieval* (Vol. 37). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53817-3>
- Martín-Martín, A., Thelwall, M., Orduna-Malea, E., & Delgado López-Cózar, E. (2021). Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations' COCI: A multidisciplinary comparison of coverage via citations. *Scientometrics*, 126(1), 871-906. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4>
- Medicines Patent Pool. (2020, mars 2). Home – MPP. <https://medicinespatentpool.org/fr>
- Narin, F., & Noma, E. (1985). Is technology becoming science? *Scientometrics*, 7(3), 369-381. <https://doi.org/10.1007/BF02017155>
- Ni, L., Zhou, L., Zhou, M., Zhao, J., & Wang, D. W. (2020). Combination of western medicine and Chinese traditional patent medicine in treating a family case of COVID-19. *Frontiers of Medicine*, 14(2), 210-214. <https://doi.org/10.1007/s11684-020-0757-x>
- Nicol, D., & Nielsen, J. (2020). Humanity cannot afford a COVID-19 patent battle. *Australian Academy of Science*. <https://www.science.org.au/curious/policy-features/humanity-cannot-afford-covid-19-patent-battle>
- OMS. (2020). COVID 19 Public Health Emergency of International Concern (PHEIC). *Global research and innovation forum: Towards a research roadmap*. <https://covid19-evidence.paho.org/handle/20.500.12663/714>

- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41(1), 116-145. <https://doi.org/10.2307/2393988>
- Rogosnitzky, M., Berkowitz, E., & Jadad, A. R. (2020). Delivering Benefits at Speed Through Real-World Repurposing of Off-Patent Drugs: The COVID-19 Pandemic as a Case in Point. *JMIR Public Health and Surveillance*, 6(2), e19199. <https://doi.org/10.2196/19199>
- Sampat, B. N., & Shadlen, K. C. (2021). The COVID-19 Innovation System. *Health Affairs*, 40(3), 400-409. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2020.02097>
- Santos Rutschman, A., & Barnes-Weise, J. (2021). The COVID-19 Vaccine Patent Waiver: The Wrong Tool for the Right Goal. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3840486>
- Struyf, T., Deeks, J. J., Dinnes, J., Takwoingi, Y., Davenport, C., Leeflang, M. M., Spijker, R., Hooft, L., Emperador, D., Domen, J., Horn, S. R. A., Bruel, A. V. den, & Group, C. C.-19 D. T. A. (2021). Signs and symptoms to determine if a patient presenting in primary care or hospital outpatient settings has COVID-19. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013665.pub2>
- Velavan, T. P., & Meyer, C. G. (2020). The COVID-19 epidemic. *Tropical Medicine & International Health*, 25(3), 278-280. <https://doi.org/10.1111/tmi.13383>
- Woolliscroft, J. O. (2020). Innovation in Response to the COVID-19 Pandemic Crisis. *Academic Medicine*. <https://doi.org/10.1097/ACM.00000000000003402>
- Zaman, K. (2021). The Proposal to the WTO for a New Patent Waiver on COVID-19 Vaccines and Pharmaceuticals : Is it Necessary under TRIPS? *European Intellectual Property Review*. <https://researchers.mq.edu.au/en/publications/the-proposal-to-the-wto-for-a-new-patent-waiver-on-covid-19-vacci>
- Zhang, D., Zhang, B., Lv, J.-T., Sa, R.-N., Zhang, X.-M., & Lin, Z.-J. (2020). The clinical benefits of Chinese patent medicines against COVID-19 based on current evidence. *Pharmacological Research*, 157, 104882. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.104882>
- Zhuang, W., Fan, Z., Chu, Y., Wang, H., Yang, Y., Wu, L., Sun, N., Sun, G., Shen, Y., Lin, X., Guo, G., & Xi, S. (2020). Chinese Patent Medicines in the Treatment of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China. *Frontiers in Pharmacology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.01066>