

# REVUE INTERNATIONALE DES ECONOMISTES DE LANGUE FRANÇAISE

---

RIELF 2023, Vol. 8, N°1

Association Internationale  
des Economistes de Langue Française



avec la collaboration de



UNIWERSYTET  
EKONOMICZNY  
W POZNANIU

l'Université des Sciences Economiques et de Gestion de Poznań



L'Université Bernardo O'Higgins - Chili

---

## Rédacteur en chef

Krzysztof MALAGA, USEGP, Pologne

## Rédactrice adjointe

Małgorzata MACUDA, USEGP, Pologne

## Secrétaire de rédaction

Dorota CZYŻEWSKA-MISZTAL, USEGP, Pologne

## Comité éditorial

Akoété Ega AGBODJI, Togo  
Wissem AJILI BEN YOUSSEF, France  
Alastaire ALINSATO, Bénin  
Loubna ALSAGIHR OUEIDAT, Liban  
Camille BAULANT, France  
Matouk BELATTAF, Algérie  
Francis BISMANS, France, Belgique  
Horst BREZINSKI, Allemagne  
Abdelaziz CHERABI, Algérie  
Bernard COUPEZ, France  
Jean-Jacques EKOMIE, Gabon  
Jules Roger FEUDJO, Cameroun  
Camelia FRATILA, Roumanie  
Ewa FRĄCKIEWICZ, Pologne  
Rosette GHOSSOUB SAYEGH, Liban  
Marian GORYNIA, Pologne  
Driss GUERRAOUI, Maroc  
Juliana HADJITCHONEVA, Bulgarie  
Vidal IBARRA-PUIG, Mexique  
Nafii IBENRISSOUL, Maroc  
Soumaïla Mouleye ISSOUFOU, Mali

Michel LELART, France  
Laura MARCU, Roumanie  
Tsvetelina MARINOVA, Bulgarie  
Boniface MBIH, France  
Mbodja MOUGOUE, États-Unis  
Francisco OCARANZA, Chili  
Thierry PAIRAULT, France  
Jacques POISAT, France  
Carlos QUENAN, France  
Marek RATAJCZAK, Pologne  
Alain REDSLOB, France  
Jeannette ROGOWSKI, États-Unis  
Paul ROSELE CHIM, France  
Claudio RUFF ESCOBAR, Chili  
Alain SAFA, France  
Baiba ŠAVRIŅA, Lettonie  
Piotr STANEK, Pologne  
Abdou THIAO, Sénégal  
Roger TSAFACK NANFOSSO, Cameroun  
François VAILLANCOURT, Canada  
Isabel VEGA MOCOROA, Espagne

## Bureau de rédaction

Eliza SZYBOWICZ, soutien éditorial, USEGP, Pologne  
Marta DOBRECKA, rédactrice technique, USEGP, Pologne

© Copyright by Association Internationale des Economistes de Langue Française, Université des Sciences Economiques et de Gestion de Poznań  
Paris, Poznań 2023

La RIELF offre son contenu complet en accès libre sous licence Creative Commons BY NC SA 4.0

ISSN 2551-895X  
e-ISSN 2727-0831

Edition digitale et imprimée  
Editions de l'Université des Sciences Economiques et de Gestion de Poznań  
Projet de couverture : Izabela Jasiczak, Bernard Landais, Krzysztof Malaga, Eduardo Téllez

## TABLE DES MATIÈRES

<b>Avant-propos</b> (Claudio Ruff ESCOBAR et Krzysztof MALAGA).....	3
Alexis MATHEU, Paola JUICA <b>Apport des modèles mathématiques et big data pour la prise de décisions de l'entreprise ; le cas d'épidémies telles que le SARS-CoV-2 dans le secteur de la santé au Chili</b> .....	9
Cristian CORNEJO, Purificación GALINDO-VILLARDÓN <b>Meta-Biplot comme mesure des variables de protection sociale pour les pays européens et latinoaméricains</b> .....	20
Carlos SEBRANGO, Lizet SÁNCHEZ <b>Prévision à court terme en temps réel de l'épidémie de COVID-19 à Cuba en utilisant la modélisation</b> .....	34
Manuel E. CORTÉS <b>La culture d'agrumes dans les communautés agricoles chiliennes : Vers un développement durable</b> .....	49
Alexander A. PARSHINTSEV <b>Élaboration et approbation d'un index global intellectuel capital orienté sur le sujet pour une analyse comparative sur tout le pays</b> .....	63
Bastián GUTIÉRREZ, Roberto CORTÉS, Macarena DEHNHARDT <b>Modèle logistique de désertion à travers des techniques de régression et un arbre de décision pour l'efficience dans la destination des ressources : Le cas d'une université privée chilienne</b> .....	75
Camilo GONZÁLEZ <b>Modèle d'élasticité de prix/demande du point de vue bayésien : le cas d'une entreprise de détail chilienne</b> .....	90
Claudio RUFF, Marcelo RUIZ, Luis BENITES <b>Modèle de caractérisation de la situation de qualité des universités chiliennes à partir d'indicateurs financiers et de gestion</b> .....	106

Pedro CASTILLO

**Concurrence dans la distribution au détail de combustibles liquides : Exploration de la dimension spatiale** ..... 124

Lidiya S. PARSHINTSEVA

**Préparation estimée et vulnérabilité des pays face à la pandémie de COVID-19 : Elaboration et approbation de l'index global** ..... 145

Bartłomiej LACH, Krzysztof MALAGA

**Évolution de la liberté économique dans les pays d'Amérique du Sud et de l'Union Européenne durant les années 1996–2022**..... 163

Hassan Maman ABDO, Mahaman Laouan ABOUBE, Mbodja MOUGOUÉ

**Convergence économique au sein de l'espace ouest-africain : L'intégration économique régionale à l'épreuve des faits** ..... 184

## AVANT-PROPOS

Le numéro 1/2023 de la RIELF, que nous avons le plaisir de présenter aux lecteurs, a été édité par rédacteur invité Dr. Claudio RUFF ESCOBAR, en collaboration avec le Dr. Francisco OCARANZA BOSIO de l'Université Bernardo O'Higgins de Santiago du Chili. Il se compose de 12 articles dont les onze premiers concernent l'Amérique du Sud. L'article douzième, quant à lui, fait référence à l'espace ouest-africain.

Dans le premier article, *Apport des modèles mathématiques et big data pour la prise de décisions de l'entreprise ; le cas d'épidémies telles que le SARS-CoV-2 dans le secteur de la santé au Chili*, **Alexis MATHEU** et **Paola JUICA** proposent d'analyser, à partir des modèles théoriques mathématiques, l'apport de ce secteur de la science pour trouver et prévoir de possibles solutions afin de diminuer les effets de cette pandémie par le virus COVID-19. Pour cela, ils utilisent des analyses statistiques basées sur trois modèles, phénoménologiques non linéaires, configuration de données et modèle logistique généralisé, en espérant qu'ils contribueront à une meilleure évaluation et compréhension des mesures prises face à la crise sanitaire et qui seront adoptées à l'avenir pour faire face à de nouveaux virus, en utilisant mieux les données et les outils technologiques dont dispose l'humanité.

Dans le deuxième article, *Meta-Biplot comme mesure des variables de protection sociale pour les pays européens et latinoaméricains*, **Cristian CORNEJO** et **Purificación GALINDO-VILLARDÓN** constatent, que dans le cadre de la sécurité sociale, les systèmes de pensions constituent des mécanismes de protection sociale offrant des revenus aux personnes qui perdent leur capacité d'auto-génération en raison de leur âge (droits et bénéfices de la vieillesse), de leur incapacité (droits et bénéfices d'invalidité) ou du décès d'une des sources principales de revenus d'une famille (droits et bénéfices de survie). En ce qui concerne la Sécurité Sociale, les pays européens sont ceux qui ont le plus d'expérience. Quant à l'Amérique Latine, elle a été l'une des premières à introduire dans ses systèmes de pensions des schémas de capitalisation individuelle comme composant obligatoire depuis déjà plus de 30 ans, lorsque le Chili abandonna son système prévisionnel de distribution pour un de capitalisation individuelle. Ensuite, plusieurs pays en Amérique latine et en Europe suivirent le même chemin. Avec des systèmes de protection sociale bien conçus et implémentés, les pays peuvent renforcer le capital humain et améliorer la productivité, réduire les inégalités, stimuler la résilience et mettre fin au cycle de la pauvreté intergénérationnelle.

Dans le troisième article, *Prévision à court terme en temps réel de l'épidémie de COVID-19 à Cuba en utilisant la modélisation*, **Carlos SEBRANGO** et **Lizet SÁNCHEZ** notent que'en l'absence d'information fiable sur les mécanismes de transmission d'une infection émergente, de simples modèles phénoménologiques peuvent apporter une estimation précoce de l'étendue potentielle d'épidémies en temps réel. Un avertissement sur la taille finale d'une épidémie et en particulier de la COVID-19 actuellement actif peut servir aux autorités sanitaires pour y faire face. Une variété de modèles non-linéaires ont été développés pour définir les cas cumulés de maladies épidémiques infectieuses (e.g. Richards, logistique, modèles Gompertz). Tous ces modèles peuvent utiliser correctement les données pour obtenir des prévisions à court terme en temps réel. Typiquement, il s'agit de suivre la procédure d'estimation post-sélection, i.e., de sélectionner un modèle parmi tous ceux disponibles et d'ignorer ceux reposant sur l'incertitude dans l'estimation et l'inférence vu que ces procédures sont basées sur un seul modèle. Dans ce travail, ils établissent une prédiction en temps réel de la taille finale, point crucial de l'épidémie, et des prévisions 10 jours à l'avance de cas cumulatifs en utilisant plusieurs modèles non-linéaires où ces paramètres sont estimés via modélisation. La méthode est appliquée à l'épidémie de COVID-19 en 2020 à Cuba.

Dans le quatrième article, *La culture d'agrumes dans les communautés agricoles chiliennes : Vers un développement durable*, **Manuel E. CORTÉS** souligne l'importance des agrumes dans les communautés agricoles de la Province de Limarí du point de vue du développement agricole durable dans ces communautés, en soulignant les résultats de l'expérience des cultivateurs ruraux. D'abord, l'état de développement de la culture des agrumes au Chili. Ensuite, cette activité est traitée dans la perspective des communautés agricoles de Limarí. En troisième lieu, on présente une analyse pilote de la culture des agrumes dans la communauté agricole. Ce travail souligne l'attrait que présente le secteur des agrumes pour les communautés agricoles, en particulier la commercialisation du traditionnel citron jaune. Il se penche aussi sur l'implantation de programmes d'éducation agro-environnementale parmi ses habitants pour promouvoir le soin des ressources naturelles comme l'eau et la terre. La croissance et le développement de la culture des agrumes dans les communautés agricoles de Limarí doivent être consistants, avec une analyse de la disponibilité de ces ressources et leur utilisation responsable.

À son tour, dans le cinquième article, *Élaboration et approbation d'un index global intellectuel capital orienté sur le sujet pour une analyse comparative sur tout le pays*, **Alexander A. PARSHINTSEV** prétend que de nos jours, l'apprentissage, la formation, les innovations et la numérisation sont devenus des facteurs clés du développement. Dans ces conditions, le capital intellectuel devient l'un des éléments de base qui forment la compétitivité économique. En supposant que le capital intellectuel contribue à la réalisation de la majorité des objectifs de développement durable, la réalisation d'une évaluation complexe du capital

intellectuel revêt un intérêt particulier. Son étude est consacrée à l'élaboration de la méthodologie de calcul de l'indicateur global intégral pour évaluer le niveau de capital intellectuel qui pourrait être utilisé pour une analyse comparative entre les pays. L'auteur présente les suggestions sur les éléments de l'indice, le contenu et la structure même du capital intellectuel au niveau macro ; l'élaboration d'un système d'indicateurs statistiques pour évaluer l'état et le développement du capital intellectuel sur la base de l'analyse et de la synthèse des données disponibles, en tenant compte de l'expérience internationale dans le contexte du développement de l'innovation ; le développement d'un indice global intégral du capital intellectuel pour les comparaisons entre les pays. Les résultats de l'analyse expresse basée sur la liste restreinte d'indicateurs sont également présentés, mettant en évidence les leaders et les retardataires en 2016 et 2020.

Dans le sixième article, *Modèle logistique de, désertion à travers des techniques de régression et un arbre de décision pour l'efficience dans la destination des ressources : Le cas d'une université privée chilienne*, **Bastián GUTIÉRREZ**, **Roberto CORTÉS** et **Macarena DEHNHARDT** arrivent à la conclusion que lorsque l'éducation est devenue un droit fondamental qu'il faut conserver et consolider, une problématique apparaît, qui a suscité de nombreuses discussions académiques et qui prétend considérer de manière holistique et critique le phénomène de massification croissante des offres de formation, manifesté dans l'augmentation exponentielle de l'accès au troisième cycle. Certaines approches postulent que, non seulement il est nécessaire d'implémenter des politiques pour amplifier la couverture de l'accès, mais il faut aussi se pencher sur la qualité de l'éducation, en considérant la désertion et la rétention universitaire. Dans ce contexte, leur recherche vise à établir un modèle d'analyse qui permette le développement de la rétention et la prévention des causes de désertion. Les auteurs utilisent pour cela la méthodologie d'apprentissage supervisé déterminant les variables d'analyse à travers les techniques de régression et un arbre de décision, en créant un modèle logistique de désertion, capable d'améliorer l'efficience dans la destination de ressources. Finalement, ce travail visera à apporter une meilleure compréhension des phénomènes associés à la désertion et la rétention universitaire, pour aider dans la gestion et le processus de prise de décisions par les institutions d'enseignement supérieur.

Dans le septième article, *Modèle d'élasticité de prix/demande du point de vue bayésien: Le cas d'une entreprise de détail chilienne*, **Camilo GONZÁLEZ** présente les données d'une entreprise chilienne de détail pour modeler l'élasticité d'un point de vue bayésien. L'élasticité mesure le comportement des produits sur la base des prix et de la demande. Elle peut être obtenue à travers des régressions linéaires du logarithme des prix et les unités vendues. Le problème se pose avec les réductions, les jours spéciaux, etc. Cette relation temporelle provoque des biais dans les estimations que l'entreprise compense en réalisant une chaîne de régressions. La statistique bayésienne fixe une distribution pour les paramètres, et ensuite, avec

la plausibilité, utilise la règle de Bayes pour obtenir une distribution a posteriori. L'auteur utilise une a priori Normal-Gamma-Inverse pour spécifier le modèle de régression linéaire. Pour l'application, on obtient les élasticités au niveau de ligne à travers le modèle classique et les élasticités de produit avec le modèle bayésien, en incorporant l'information de la ligne. À travers un t-test on conclut que la moyenne des élasticités de la chaîne ne diffère pas de celles obtenues par le modèle bayésien. Par conséquent, en complétant les deux points de vue, on obtient de bons résultats qui peuvent être utilisés dans le commerce.

Dans le huitième article, *Modèle de caractérisation de la situation de qualité des universités chiliennes à partir d'indicateurs financiers et de gestion*, **Claudio RUFF**, **Marcelo RUIZ** et **Luis BENITES** constatent quel'un des indicateurs les plus significatifs de l'effectivité de systèmes d'assurance de qualité est le processus d'accréditation des institutions d'enseignement supérieur, car il considère une variété d'éléments essentiels au moment d'accréditer la qualité des systèmes de formation utilisés dans ces institutions. Dans ce contexte, leur recherche vise à créer un modèle de caractérisation, évolution et projection de la situation d'accréditation des universités chiliennes rattachées au Système d'Information de l'Enseignement Supérieur (SIES). Ils emploient une méthodologie de type quantitatif exploratoire corrélationnel et prédictif qui considère 56 institutions d'enseignement supérieur chiliennes, cataloguées comme universités, et leurs indicateurs publiés entre 2017 et 2021 par le SIES, afin de créer un modèle basé sur l'évolution des indicateurs consolidés et d'établir une information de référence sur les secteurs les plus pertinents dans les résultats du processus d'accréditation. Ainsi, cette recherche se présente comme un modèle contribuant à la planification stratégique des universités pour atteindre une meilleure qualité et davantage d'années d'accréditation.

Dans le neuvième article, *Concurrence dans la distribution au détail de combustibles liquides : Exploration de la dimension spatiale*, **Pedro CASTILLO** vise à étudier le niveau de concurrence spatiale entre les stations-services existant sur le marché de distribution au détail des combustibles liquides, à partir de l'analyse comparée de leur positionnement géospatial et de leur influence et variations de prix sur le marché national. Selon l'auteur dans le cas du Chili, l'industrie se caractérise par sa forte concentration en nombre de fournisseurs et intégration verticale avec les segments de distribution de gros, transport et stockage, d'où l'importance de l'analyse en matière de concurrence. De plus, il existe une grande différenciation des produits en termes de localisation géographique, ce qui rend l'analyse spatiale essentielle. Ainsi, il a analysé en premier lieu l'impact du nombre de stations proches, du même réseau, et d'un réseau rival ou indépendantes. Les résultats sont configurés selon deux approches. La première conclut que les résultats numériques sont consistants dans la dynamique des prix et le positionnement territorial des stations, car il apparaît que les stations indépendantes ont un effet négatif sur le niveau de prix dans un rayon de 20 minutes, avec un réseau-action moyen de 0,19%.



De même, on note un impact supérieur sur la distribution d'essence de 93 octanes et le Diesel que de l'essence de 97 octanes, car les segments de Diesel et 93 octanes sont les plus compétitifs de l'industrie, et dans le contexte où les stations indépendantes participent le plus. Dans la deuxième, les résultats montrent le rôle dominant de l'entreprise Copec : ce réseau est celui de plus grande influence négative sur le niveau des prix de ses rivales. Comme dans le premier modèle, les résultats varient par type de combustible, le rôle des réseaux d'essence de 97 octanes étant le plus important. Les résultats sont hétérogènes au niveau régional, plus élevés dans les zones géographiques densément peuplées par rapport aux zones australes et éloignées des principaux centres urbains.

Dans le dixième article, *Préparation estimée et vulnérabilité des pays face à la pandémie de COVID-19 : Elaboration et approbation de l'index global*, **Lidiya S. PARSHINTSEVA** stipule que la pandémie de COVID-19 et ses conséquences socio-économiques ont provoqué une augmentation notable du rôle de l'estimation de la préparation et la vulnérabilité des pays. Il s'agit d'un complément à la recherche existante et aux classements multidimensionnels, ainsi que d'une présentation des résultats d'une évaluation nationale complète de la préparation et de la vulnérabilité à la pandémie basée sur les indicateurs multidimensionnels proposés par les auteurs. L'objectif de cette recherche était d'estimer le niveau de préparation nationale et la vulnérabilité d'un point de vue complexe. Un index multidimensionnel global a été calculé et utilisé pour donner un classement des pays à partir de cette méthodologie. L'index a permis aux auteurs de conclure qu'il y a une différence importante dans le niveau de préparation face à une pandémie et une disproportion entre certains éléments du système pour chaque pays. L'analyse des données, les sources et les rapports ont souligné le besoin d'étendre la liste des indicateurs pour évaluer le niveau de vulnérabilité. L'opportunité d'utiliser cet index est prouvée par l'analyse corrélative statistique entre les sous-index et le niveau de morbidité et mortalité due au COVID-19. L'index est utilisé pour former des groupes multidimensionnels et le partitionnement de données permet d'estimer les conséquences économiques de la pandémie. Les résultats du partitionnement de données ont permis de former quatre groupes de pays : (1) très vulnérables avec faible niveau de préparation ; (2) vulnérables avec faible niveau de préparation ; (3) vulnérables avec haut niveau de préparation ; (4) peu vulnérables avec haut niveau de préparation. L'analyse comparative des conséquences économiques (changement annuel PIB en 2020–2019 par rapport à PIB en 2019–2017), taux de chômage et changement de l'inflation ont montré des disproportions de l'influence de la pandémie par groupes de pays.

Dans le onzième article, *Évolution de la liberté économique dans les pays d'Amérique du Sud et de l'Union Européenne durant les années 1996–2022*, **Bartłomiej LACH** et **Krzysztof MALAGA** reconnaissent que le but de leur recherche est de décrire et d'évaluer l'évolution de la liberté économique dans les pays d'Amérique du Sud et de l'Union européenne dans les années 1996–2022. La base d'inférence

sont les coefficients de liberté économique publiés depuis 1995 par The Heritage Foundation à Washington et *Wall Street Journal* pour 184 pays à travers le monde. L'analyse comparative est effectuée par pays et en trois sous-groupes, qui sont : les pays d'Amérique du Sud, les pays européens qui ont rejoint l'Union européenne avant 2003 (EU1) et après 2003 (EU2). Dans la recherche empirique, les méthodes d'analyse de corrélation,  $\sigma$ -convergence,  $\sigma$ -divergence et analyse comparative multivariée sont utilisées. Le programme R et les packages *dtw* et *dtwclus* sont également appliqués. En conséquence, une évaluation approfondie de l'évolution de la liberté économique a été réalisée dans les 41 pays évalués, ainsi que séparément dans les trois groupes de pays analysés. Il a été montré qu'en termes de liberté économique, les pays de la EU1 l'emportent sur les pays de la EU2 et d'Amérique du Sud. En conclusion on présente remarques générales sur la relation entre les étapes des changements dans la liberté économique et les réformes institutionnelles visant une démocratisation plus complète des pays et le développement d'une économie de marché moderne.

Enfin, dans le douzième article, qui est le seul traitant de l'Afrique, *Convergence économique au sein de l'espace ouest-africain : L'intégration économique régionale à l'épreuve des faits*, **Hassan Maman ABDO**, **Mahaman Laouan ABOUBE** et **Mbo-dja MOUGOUÉ**, proposent d'abord une discussion à la lumière des travaux récents sur la convergence économique ou non des pays ouest-africains qui sont dans le processus de régionalisation des échanges depuis 1975. Ils examinent, ensuite, les déterminants de la convergence en prenant appui sur une analyse économétrique spatiale de tous ces États sur la période 1990–2021. Les résultats obtenus font ressortir que les économies sont globalement et fortement divergentes ; les convergences absolue et conditionnelle n'étant pas réalisées. Mais trois clubs de convergence ont été décelés, avec le Sénégal qui fait bande à part. Le taux d'investissement, les dépenses publiques, le taux d'inflation, la parité du pouvoir d'achat, le taux d'ouverture commerciale, le taux de scolarisation et le taux de croissance démographique, variables structurelles de contrôle, ont joué un rôle important dans l'appréciation de la vitesse et du niveau de divergence des économies ouest-africaines. Ceci a mis en évidence les écarts des revenus par tête, le retard dans les mécanismes intégrateurs et les effets des chocs auxquels ces économies sont soumises.

*Claudio Ruff Escobar et Krzysztof Malaga*

# PRÉPARATION ESTIMÉE ET VULNÉRABILITÉ DES PAYS FACE À LA PANDÉMIE DE COVID-19 : ELABORATION ET APPROBATION DE L'INDEX GLOBAL

## Estimating countries preparedness and vulnerability for the COVID-19 pandemic : Elaboration and approbation of overall index

**Lidiya S. PARSHINTSEVA<sup>1</sup>**

Université d'État de Gestion – Russie

lparshintseva@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2256-7070>

**Abstract :** Due to the outbreak of the COVID-19 pandemic and its social-economic consequences, the estimation role of preparedness and vulnerability has risen significantly. This paper complements existing investigations in the field of international comparisons and multidimensional rankings, presenting the results of a complex evaluation of the national level of preparedness and vulnerability in terms of pandemics based on the multidimensional index proposed by the authors. The main objective of the proposed research was to estimate the national level of preparedness and vulnerability for the pandemic from a complex point of view. An overall multidimensional index was calculated and used for complying countries' ranking based on the elaborated methodology. The proposed index allowed the authors to conclude that there is a significant difference in the overall level of preparedness for a pandemic and disproportion between certain system elements for each country. Analysis of existing databases, open sources, and reports highlighted the necessity to extend the existing list of indicators to evaluate the level of vulnerability. The expediency of using the proposed index is proved by the statistical correlation analysis between subindexes and the level of morbidity and mortality due to the COVID-19. The proposed overall index is used for multidimensional grouping and cluster analysis to estimate the economic consequences of the pandemic. The results of the cluster analysis allowed creating four groups of the countries, namely : (1) highly vulnerable countries with a low level of preparedness ; (2) countries with a low level of preparedness and vulnerability ; (3) coun-

---

<sup>1</sup> 109542, Ryazanskii prospekt 99, Moscou, Russie.

tries with a high level of preparedness and vulnerability ; (4) countries with a low level of vulnerability and a high level of preparedness. The comparative analysis of economical outcomes (such as annual change of GDP in 2020–2019 to average annual GDP change for 2019–2017), unemployment rate change, and inflation change presented in the research highlighted disproportions of the pandemic influence by country's groups.

**Keywords :** pandemic preparedness, vulnerability, pandemic resistance, countries rating, multidimensional index.

**Résumé :** La pandémie de COVID-19 et ses conséquences socio-économiques ont provoqué une augmentation notable du rôle de l'estimation de la préparation et la vulnérabilité des pays. Cela s'ajoute aux investigations existantes dans le cadre des ont internationales et des classements multidimensionnels, et présente des résultats d'évaluation complexe au niveau national de la préparation et la vulnérabilité face à la pandémie, à partir des index multidimensionnels proposés par les auteurs. L'objectif de cette recherche était d'estimer le niveau de préparation national et la vulnérabilité d'un point de vue complexe. Un index multidimensionnel global a été calculé et utilisé pour donner un classement des pays à partir de cette méthodologie. L'index a permis aux auteurs de conclure qu'il y a une différence importante dans le niveau de préparation face à une pandémie et une disproportion entre certains éléments du système pour chaque pays. L'analyse des données, les sources et les rapports ont souligné le besoin d'étendre la liste des indicateurs pour évaluer le niveau de vulnérabilité. L'opportunité d'utiliser cet index est prouvée par l'analyse corrélative statistique entre les sous-index et le niveau de morbidité et mortalité due au COVID-19. L'index est utilisé pour former des groupes multidimensionnels et le partitionnement de données permet d'estimer les conséquences économiques de la pandémie. Les résultats du partitionnement de données ont permis de former quatre groupes de pays : (1) très vulnérables avec faible niveau de préparation ; (2) vulnérables avec faible niveau de préparation ; (3) vulnérables avec haut niveau de préparation ; (4) peu vulnérables avec haut niveau de préparation. L'analyse comparative des conséquences économiques (changement annuel PIB en 2020–2019 par rapport à PIB en 2019–2017), taux de chômage et changement de l'inflation ont montré des disproportions de l'influence de la pandémie par groupes de pays.

**Mots-clés :** préparation à la pandémie, vulnérabilité, résistance à la pandémie, évaluation des pays, index multidimensionnel.

**JEL classification :** C1, F0, I0.

## Introduction

En 2020, la plupart des pays ont connu des conséquences sans précédents de la pandémie de COVID-19, qui ont testé l'endurance de l'économie globale et nationale. Les systèmes les plus affectés ont été ceux de la santé, l'éducation et les industries dont le fonctionnement était lié aux échanges internationaux et à la chaîne de valeur

globale. Aujourd'hui, les experts ont du mal à mesurer la profondeur et la durée de la crise économique mais s'accordent sur le fait que les tendances négatives affectent le niveau de croissance économique (Bretscher et al., 2020 ; International Monetary Fund, 2020 ; Irawan & Alamsyah, 2021) et le niveau général de bien-être (Mahler et al., 2020 ; UN DESA, 2020).

Des études récentes de McMichael (2004), Reynolds et Seeger (2005), Kruk et Freedman (2008), Jones et al. (2008), Morse et al. (2012), Oppenheim et al. (2019), Kieny et al. (2016), et d'autres, ont avisé l'humanité sur les effets d'une pandémie, et soulignent le besoin d'évaluations quantitatives des critères de préparation et vulnérabilité nationales. Les conséquences du COVID-19 et leurs aspects individuels sont présentées en détail par Ali (2020), Amer et al. (2020), James (2020), Gilbert et al. (2020), Mei et Hu (2020), McCarthy (2020), Pueyo (2020), Remuzzi et Remuzzi (2020), etc.

Chaudhry et al. (2020) présente les conséquences intéressantes de l'impact de mesures gouvernementales anti-COVID et autres facteurs socio-économiques sur la mortalité due au COVID-19. Les chercheurs offrent une stratégie pour des actions du gouvernement limitant l'essor de la pandémie et réduisant les cas. Cela montre l'influence de l'âge et l'obésité de la population sur le niveau de mortalité due to COVID-19.

De plus, la majorité des scientifiques associent le taux de mortalité avec des maladies chroniques (Alyammahi et al., 2021 ; Laires et al., 2021) ; en particulier, de nombreux travaux étudient le rôle du diabète dans la gravité de la maladie (Grasselli et al., 2020 ; Holman et al., 2020 ; Riddle, 2020). Parmi les facteurs augmentant la morbidité de la population par coronavirus se trouvent les maladies respiratoires (Bhadra et al., 2021 ; Carozzi et al., 2020 ; Hamidi et al., 2020) et l'hygiène (Boisson et al., 2016 ; Desye, 2021 ; Fung & Cairncross, 2006 ; Howard et al., 2020 ; Rabie & Curtis, 2006).

Certains des travaux (Tantrakarnapa et al., 2022 ; Yechezkel et al., 2021 ; Zemtsov & Baburin, 2020) se penchant sur le rôle de la mobilité de la population globale comme facteur d'augmentation de la morbidité et mortalité pendant la pandémie COVID-19.

Plusieurs organisations internationales, comme l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Organisation de coopération et développement économiques (OCDE), les Nations Unies (ONU), le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), le Nuclear Threat Initiative (NTI), le Johns Hopkins Center for Health Security (JHU), la Economist Intelligence Unit (EIU) et d'autres, ont également consacré de nombreux rapports à l'évaluation de la résilience des pays face à l'impact de la pandémie.

L'analyse comparative des indices internationaux existant et des systèmes d'indicateurs dans ce secteur a permis aux auteurs de conclure qu'il est encore difficile de faire une évaluation de la préparation et vulnérabilité nationales face à la pandémie

et de mener une analyse comparative dans le pays. Par exemple, le Global Health Security Index, publié d'abord en 2019 and et visant à préparer le pays pour des épidémies et pandémies, repose sur une combinaison de statistiques officielles et d'évaluations d'experts (Bell & Nuzzo, 2021). Mais si l'information sur le sujet est présentée en détail, les résultats obtenus sont considérés comme subjectifs, ce qui limite l'analyse. De plus, cet index ne présente que le contexte de la santé publique et ne couvre pas les problèmes d'évaluation du développement numérique de la société qui, selon les auteurs, est essentiel à un certain niveau de préparation face à la pandémie, car les instruments numériques permettent une distanciation de la population et atténuent les conséquences des restrictions dues à la propagation du COVID-19.

Pour caractériser le niveau de préparation et de vulnérabilité des pays, le PNUD propose l'utilisation de 15 indicateurs répartis en 4 groupes :

- système de santé ;
- possibilité d'échanges ;
- population vivant en-dessous du taux de pauvreté de revenus ;
- vulnérabilité de l'économie à court terme (Kovacevic & Jahic, 2020).

Il faut noter que la liste d'indicateurs du PNUD reflétant la préparation du système de communication et télécommunication n'inclut pas ceux qui évaluent les connaissances numériques de la population (comme l'usage d'internet pour payer les factures ou faire des achats), nécessaires pour maintenir une vie normale en temps de restrictions.

La discussion porte aussi sur le système proposé par le PNUD. D'abord, il n'y a pas de données actualisées sur le niveau de pauvreté de la plupart des pays. L'estimation de la vulnérabilité économique à travers le prisme de la provenance de touristes est aussi discutable. Basé sur ce contexte, les pays les moins développés avec un secteur de tourisme restreint sont moins vulnérables économiquement à la pandémie que ceux avec beaucoup d'échanges touristiques. Les auteurs démentent que ce soit une conclusion douteuse.

De plus, le système d'indicateurs sur la préparation et la vulnérabilité du pays présenté par le PNUD souligne seulement le système de santé, la technologie et l'économie ; il ne reflète pas la probabilité d'être infecté. Il est aussi nécessaire de mesurer la vulnérabilité du pays d'un point de vue économique mais aussi pour l'extension de l'infection. Il pourrait être utile, par exemple, pour la prise de décisions dans la prévention de la pandémie en réduisant les facteurs contribuant à son extension.

Ces recherches apportent seulement des données sans classements ni évaluation de la préparation et vulnérabilité de chaque pays. Les auteurs pensent que ce genre d'évaluation et la compilation d'un classement et la distribution des pays par groupes est une tâche méthodologique et analytique essentielle de cette recherche.

De plus, considérant la vitesse de propagation du coronavirus (surtout dans les pays de haut niveau de mobilité de population), il faut se pencher sur le rôle d'autres facteurs affectant la vulnérabilité nationale à la pandémie (comme la densité de population et le nombre relatif de touristes venant de l'extérieur).

## 1. Matériel et méthodes

Cette recherche vise à développer une méthodologie pour estimer la préparation et la vulnérabilité des pays face à la pandémie de COVID-19 basé sur un index global multidimensionnel.

Pour cela, nous formulons les objectifs suivants, qui déterminent la logique et la structure de l'étude :

- élaboration d'un système d'indicateurs pour évaluer la préparation et vulnérabilité des pays face au COVID-19 ;
- analyse de la préparation et vulnérabilité des pays face au COVID-19 à partir de cette méthodologie ;
- développement et évaluation d'une méthodologie pour grouper les pays en termes de préparation et vulnérabilité ;
- étude des modèles économiques dans ces groupes.

Pour mener une évaluation complexe de la préparation et vulnérabilité des pays et créer un classement multidimensionnel, nous proposons d'établir une moyenne multidimensionnelle avec les valeurs normalisées des indicateurs individuels, aussi utilisé dans des études antérieures (Ruff et al., 2020).

La liste des indicateurs a été formée à partir du système PNUD (Kovacevic & Jahic, 2020), avec certains changements, considérant le contrôle logique et les résultats de recherches antérieures. Selon les auteurs, le système d'indicateurs pour évaluer la vulnérabilité des pays face à la pandémie devrait aussi inclure des indicateurs liés aux transports publics. Cependant, en raison du manque de données sur ce sujet pour la plupart des pays, les calculs ont été faits sans cet indicateur.

Chaque estimation (index global) a été calculé en plusieurs étapes :

1. Tous les indicateurs ont été classés en trois parties : indicateurs caractérisant la préparation du système de santé, indicateurs mesurant la préparation du système de télécommunication, et indicateurs mesurant la vulnérabilité du pays (du point de vue du risque d'infection). Les deux premiers forment le sous-index de préparation et le troisième le sous-index de vulnérabilité. En général, ces deux sous-index forment un index global qui peut être utilisé pour une évaluation compréhensive de la résilience du pays face à la pandémie.

2. A un second niveau, une première analyse descriptive des données a été faite pour chaque indicateur ; la direction de l'influence sur la position du pays dans le classement (positive ou négative) a été déterminée. Le tableau 1 présente une information détaillée.

**Tableau 1. Indicateurs de l'index multidimensionnel**

Index	Sous-index	Groupe indicateur	Indicateurs	Influence sur le classement du pays	
Index global (Iov)	Préparation sous-index (Ip)	Préparation du système de santé	Physiciens : Nombre de médecins, généralistes et spécialistes, par groupe de 10,000 personnes	Positive	
			Infirmières et sage-femmes : Nombre d'infirmières, sage-femmes, infirmières, sage-femmes suppléantes, infirmières, sage-femmes et autre personnel associé, comme aides-dentistes, infirmières de premiers soins, par groupe de 10 000 personnes		
			Lits d'hôpitaux : nombre de lits disponibles, par groupe de 10 000 personnes		
			Dépenses de santé actuelles : matériel de santé et services, comme pourcentage du PIB (en excluant les dépenses comme bâtiments, machines, technologie d'information, et stocks de vaccins pour urgences ou épidémies)		
		Préparation de télécommunication		Sous-inscriptions téléphones mobiles : nombre pour le service de téléphone, par groupe de 100 personnes	Positive
				Haut débit de sous-inscriptions : Sous-inscriptions fixées à accès haut-débit à l'Internet (TCP/IP connexion) à vitesse descendante équivalente ou supérieure à 256 kbit/s, par groupe de 100 personnes (inclut les sous-inscriptions résidentielles et pour les organisations)	
				Débit international en Mbit/s	
				Ont utilisé l'Internet pour payer les factures et faire des achats online l'année passée (% âge 15+)	
		Sous-index vulnérabilité (Iv)	Vulnérabilité indicateurs	Estimations sur l'hygiène (% urbain)	Positive
				Prévalence modérée ou sévère de l'insécurité d'alimentation sur la population (%)	Négative
Densité de population (personnes par km <sup>2</sup> )					
Tourisme international, arrivées per capita					

Source : élaboration de l'auteur.



## 3. Index de préparation, vulnérabilité, et index global calculés ainsi :

$$I_{ov} = \frac{I_p + I_v}{2} \quad (1)$$

où :  $I_{ov}$  – l'index global ;  $I_p$  – préparation sous-index ;  $I_v$  – vulnérabilité sous-index.

$$I_p = \frac{I_{HS} + I_T}{2} \quad (2)$$

où :  $I_{HS}$  – sous-index de préparation du système de santé ;  $I_T$  – sous-index de préparation du système de télécommunication.

Chaque sous-index est calculé comme une simple moyenne d'indicateurs correspondants :

$$I_v = \frac{\sum_{i=1}^n x'_{vi}}{n} \quad (3)$$

où  $x'_{vi}$  – valeur normalisée d'indicateurs de vulnérabilité.

$$I_{HS} = \frac{\sum_{i=1}^n x'_{HSi}}{n} \quad (4)$$

où  $x'_{HSi}$  – valeur normalisée des indicateurs caractérisant la préparation du système de santé.

$$I_T = \frac{\sum_{i=1}^n x'_{Ti}}{n} \quad (5)$$

où  $x'_{Ti}$  – valeur normalisée des indicateurs caractérisant la préparation du système de télécommunication.

Il a été proposé de calculer les valeur normalisées ( $x'_i$ ) ainsi :

- Pour les indicateurs affectant positivement :

$$\frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (6)$$

- Pour les indicateurs affectant négativement :

$$\frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (7)$$

où :  $x_i$  – valeur individuelle de chaque indicateur pour chaque pays ;  $x_{\min}$  – valeur minimum de l'indicateur correspondant ;  $x_{\max}$  – valeur maximum de l'indicateur correspondant.

Il a été suggéré que plus la valeur de l'index est proche de 1, plus la valeur du classement est élevée.

Le besoin de construire une moyenne multidimensionnelle à partir de la valeur normalisée est expliqué par un haut degré de variation dans les indicateurs sélectionnés, et par conséquent, l'impossibilité d'appliquer des méthodes paramétriques à la population étudiée. Le coefficient de variation dans les pays en terme de nombre de médecins pour groupe de 10 000 de population était de 80,5%, d'infirmières et sage-femmes – 92,8%, de lieu par habitant – 82,4%, de coûts de frais de santé – 165,6%. Les valeurs du nombre de souscriptions aux téléphones portables dans tous les pays allaient de 33,6 unités pour 100 personnes en République d'Afrique Centrale à 200,6 pour 100 personnes dans les Emirats arabes unis ; les valeurs du nombre de souscriptions à internet allaient de 0,0004 unités pour 100 personnes au Tchad à 46,9 pour 100 personnes en Suisse ; les valeurs de l'Internet international de 1,120 Mbit/s en Libye à 32 973 495 Mbit/s en Inde, et le niveau d'Internet utilisé pour payer les factures et achats online de 1% en Ethiopie à 89% en Norvège.

Il y a aussi une forte variation dans la vulnérabilité des indicateurs d'un pays à l'autre. Par exemple, en densité : en Namibie, 3 personnes par km<sup>2</sup>, et à Singapour – 7953 par km<sup>2</sup>. Le coefficient de variation pour l'indicateur considéré était 344,3%, et l'écart quartile de 55 personnes.

Le secteur du tourisme est moins développé dans des pays comme le Bangladesh, le Congo, le Pakistan, le Tchad, le Burkina Faso, l'Ethiopie, la Guinée, le Niger, Sierra Leone, avec moins de 1 touriste international pour 100 habitants. Le plus haut nombre de touristes internationaux pour 100 habitants est observé en France (316 personnes), Grèce (317), Singapour (335), Chypre (344), Autriche (359), Lettonie (436), Estonie (460), Danemark (566), Hongrie (628), Bahreïn (674), Malte (700) et Croatie (1476) (World Tourism Organization, 2021).

Haïti, Madagascar, Tchad, Libye, Rwanda, Zimbabwe, Zambie, République d'Afrique centrale, Lesotho, Mozambique et Venezuela sont les plus affectés par l'insécurité alimentaire modérée ou sévère que connaît la population. Plus de 30% de la population n'a pas accès à une nourriture adéquate. Et dans un tiers des pays étudiés, moins de 2,5% y avait accès (Food and Agriculture Organization, 2021).

L'accès de la population à l'hygiène dans les pays analysés allait de 17% au Niger, Malawi et Rwanda, à 100% en Suède, Suisse, Luxembourg et Koweït (World Health Organization, 2021).

En menant cette recherche, les auteurs ont utilisé des méthodes scientifiques générales, des méthodes d'analyses mathématiques et statistiques, surtout d'analyse

descriptive et de distribution, analyse de corrélation groupes et statistiques, méthodes de construction de moyennes multidimensionnelles et analyse de données.

## 2. Résultats

Les auteurs ont calculé une estimation de l'index pour 135 pays. Les calculs sont basés sur les données de l'UN, OCDE et World Fund (WF). Les résultats de l'index global et sous-index pour 20 pays leaders et 20 pays faibles sont présentés en figure 1.

Parmi les 20 pays leaders pour la préparation, 14 sont leaders dans le système de santé et télécommunication. Il s'agit des USA, la Norvège, l'Allemagne, la Belgique, la Suisse, le Luxembourg, la Finlande, la Suède, le Danemark, la France, l'Australie, la Corée, les Pays-Bas et la Nouvelle Zélande.

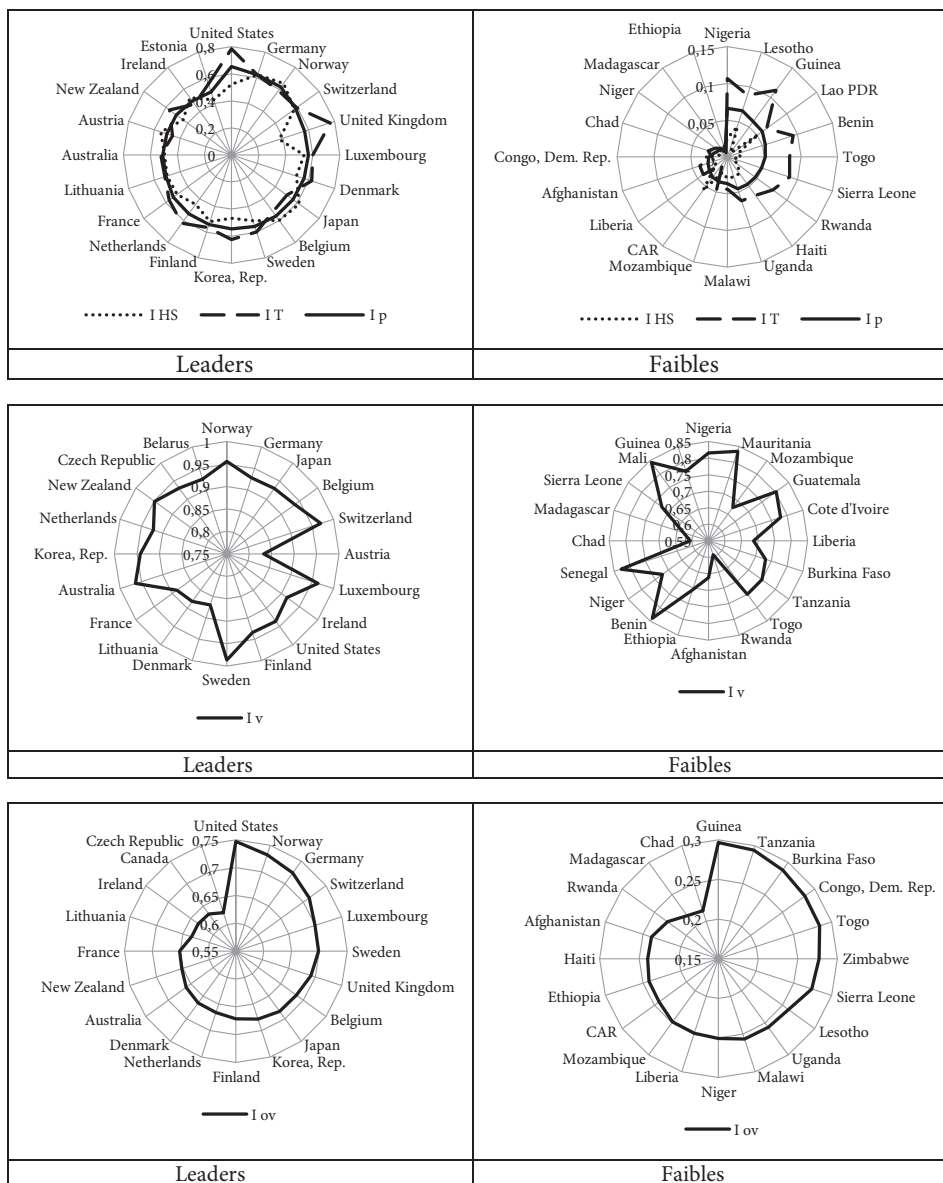
La valeur maximum de l'index de préparation est assez basse  $-0,653$  (avec un maximum théorique de 1 et un minimum  $-0$ ). Cette observation permet de conclure qu'il y a une différence significative du niveau de préparation. De plus, il y a une disproportion entre certains éléments du système pour chaque pays. Par exemple, le leader en préparation pour la télécommunication, les Emirats arabes, est en 60<sup>e</sup> place pour le système de santé et 28<sup>e</sup> dans le classement global.

Sur 20 pays leaders, seulement 11 ont des niveaux élevés de préparation et vulnérabilité. Parmi eux les USA, la Norvège, la Suisse, le Luxembourg, la Suède, le Royaume-Uni, la Belgique, la Corée, la Finlande, l'Australie et la Nouvelle Zélande.

Remarquons que parmi les pays de bas niveau dans l'index global, deux ont de très hauts niveaux de préparation, Singapour et Malte. Malgré cela, le haut niveau de vulnérabilité à la pandémie ne leur a pas permis d'être dans les plus hautes places du classement global. Malte était dans les leaders en santé et télécommunication, et Singapour seulement en télécommunications et communications.

Les pays de plus bas niveau de l'index de préparation sont préoccupants (surtout pour le système de santé et les télécommunications et communications) et de haut niveau pour la vulnérabilité épidémiologique. Il s'agit de Guinée, Sierra Leone, Madagascar, Tchad, Niger, Ethiopie, Afghanistan, Rwanda, Togo, Tanzanie, Burkina Faso, Liberia, Mozambique, Haïti, Ouganda, Malawi, Bangladesh Congo, Lesotho et République d'Afrique Centrale.

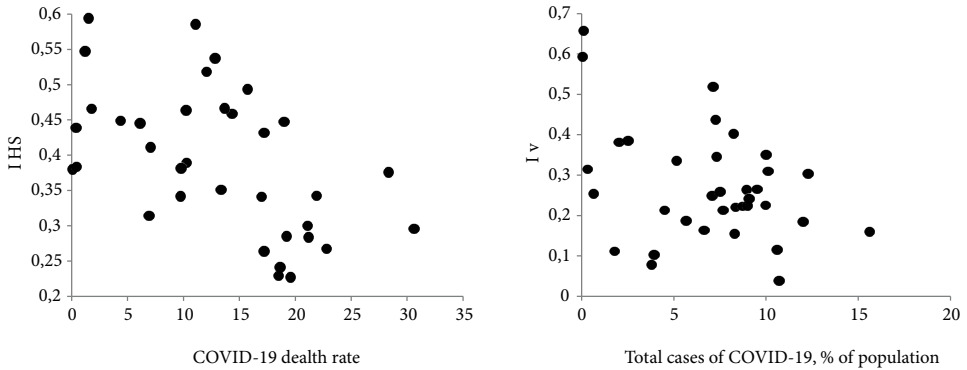
La haute efficacité et la signification statistique de l'index comme instrument de mesure universel a été prouvée par l'analyse statistique de la corrélation entre les valeurs de préparation du sous-index système de santé et taux de mortalité dû au COVID-19, et aussi entre le sous-index de vulnérabilité et le taux de morbidité COVID-19. La figure 2 présente la visualisation de la corrélation entre ces indicateurs.



**Figure 1. Index global et ses sous-index**

Note:  $I_v$  – sous-index de vulnérabilité,  $I_p$  – sous-index de préparation,  $I_{HS}$  – sous-index pour le système de santé,  $I_T$  – sous-index pour le système de télécommunication,  $I_{ov}$  – index global.

Source : élaboration de l'auteur.



**Figure 2. Évaluation de la relation entre sous-index et indicateurs de morbidité et mortalité liées au coronavirus**

Note:  $I_v$  – sous-index de vulnérabilité,  $I_{HS}$  – sous-index pour le système de santé

Source : élaboration de l'auteur.

Pour éliminer les différences dans la collection et publication des statistiques de morbidité et mortalité dues au COVID-19, l'analyse de corrélation a été calculée pour 35 pays – membres de l'OCDE, selon le de Spearman. Dans le premier cas, la valeur du coefficient de corrélation était de 0,591, dans le second  $-0,496$ , ce qui confirme la correction de l'évaluation de la préparation et vulnérabilité des pays face à la pandémie sur l'exemple des données du COVID-19. L'hypothèse d'absence de corrélation entre les données analysées est rejetée au niveau de signification  $\alpha = 0,05$ .

Comme suggéré plus haut, l'une des manières d'appliquer l'index est de l'utiliser pour un groupement multidimensionnel, alors que l'implémentation du partitionnement de données semble irréalisable, en particulier considérant que la distribution d'indicateurs de préparation et vulnérabilité pour une pandémie dans des pays s'éloigne des caractéristiques de haute variation (Figs A, B, C).

La distribution d'indicateurs s'éloigne de la loi de distribution normale à un niveau important de  $\alpha = 0,05$  (sauf pour les souscriptions de téléphone mobile où la valeur du teste Shapiro-Wilk ( $W$ ) est 0,9818,  $p$ -valeur = 0,0682 (valeurs allant de 0,2165 pour  $p = 0,0000$  pour la densité de population à 0,9782 pour  $p = 0,0293$ ).

Le groupement multidimensionnel des pays est basé sur une analyse comparative de quartile par valeurs de vulnérabilité et préparation face à la pandémie. Ainsi, quatre groupes ont été identifiés :

- pays très vulnérables avec faible niveau de préparation (groupe No. 1) ;
- pays avec faible niveau de préparation et vulnérabilité (groupe No. 2) ;
- pays avec haut niveau de préparation et vulnérabilité (groupe No. 3) ;

- pays avec faible niveau de vulnérabilité et haut niveau de préparation (groupe No. 4).

Le niveau moyen des indicateurs analysés par groupe est présenté dans le tableau 2.

Le groupe No. 1 comprend des pays très vulnérables à la pandémie avec un faible niveau de préparation : tous les indicateurs correspondent aux pires valeurs (sauf pour deux indicateurs de vulnérabilité – densité de population et arrivées touristiques internationales par habitant). Il s'agit surtout de pays africains : Est de l'Afrique – 5 pays, Ouest – 11 pays, Nord – 3 pays, Centre – 4 pays, et Sud – 8 pays. De plus, le premier groupe inclut les pays d'Asie (6 pays du Sud, 3 pays du Sud-Est, 2 pays du Centre), Amérique centrale (4 pays) et Amérique du Sud (1 pays), et Moyen-Orient (1 pays).

Le groupe No. 2 comprend des pays moins vulnérables à la pandémie avec un faible niveau de préparation. Il inclut des pays d'Afrique (2 pays dans l'Ouest, le Nord et le Centre, 1 dans le Sud), Amérique (3 pays dans l'Amérique centrale et du Sud, 1 en Amérique du Nord), Asie (1 pays dans le Centre et le Sud-Est), le Moyen-Orient (2 pays), et l'Europe de l'Est (1 pays).

Le groupe No. 3 comprend des pays avec un haut niveau de vulnérabilité à la pandémie et préparation. Il inclut surtout des pays d'Europe (3 pays d'Europe de l'Est, centrale et du Sud, et 1 d'Europe du Nord), Asie (2 pays de l'Ouest, 4 pays du Sud-Est, et 1 pays de l'Est et centrale), et 1 pays d'Amérique du Sud.

Le groupe No. 4 comprend des pays avec un haut niveau de sous-index calculés, autant en vulnérabilité à la pandémie qu'en préparation. C'est un groupe de leaders en termes d'estimation en général. Il inclut des pays d'Europe (Europe de l'Est – 3 pays, de l'Ouest, du Sud et du Nord – 6 pays, centrale – 5 pays), Asie (Asie de l'Ouest – 8 pays, de l'Est – 3 pays, centrale – 1 country), Amérique (Amérique du Sud – 5 pays, du Nord – 2 pays, et centrale – 1 pays), et les pays d'Australie et Océanie.

Considérant la baisse économique importante résultant de la pandémie de COVID-19 et l'augmentation de la pression inflationniste due à l'excessif soutien anti-crisis global, la question se pose sur l'existence de modèles en termes économiques dans les groupes de pays sélectionnés.

Pour évaluer brièvement les conséquences économiques par groupe, trois indicateurs ont été choisis. Pour chaque groupe, les auteurs ont calculé (1) le taux de change annuel du PIB en 2020 par rapport à celui de 2019–2017, (2) la variation du taux de chômage, et (3) celui du taux d'inflation.

Les résultats des calculs sont regroupés dans le tableau 3.

Comme le tableau l'indique, les pays très vulnérables avec un faible niveau de préparation ont expérimenté des conséquences économiques de la pandémie plus fortes que, par exemple, ceux de faible niveau de vulnérabilité et haut niveau de

**Tableau 2. Indicateurs moyens de préparation et vulnérabilité face à la pandémie par groupe**

Indicateur	Groupe			
	1	2	3	4
Nombre de pays	48	19	19	49
Physiciens : Nombre de médecins, généralistes et spécialistes, par groupe de 10,000 personnes	0,53	1,27	3,06	3,26
Infirmières et sage-femmes : Nombre d'infirmières, sage-femmes, infirmières, sage-femmes suppléantes, infirmières, sage-femmes et autre personnel associé, comme aides-dentistes, infirmières de premiers soins, par groupe de 10,000 personnes	1,45	2,47	5,19	8,88
Lits d'hôpitaux : nombre de lits disponibles, par groupe de 10,000 personnes	1,16	1,88	4,72	4,31
Dépenses de santé actuelles : matériel de santé et services, comme pourcentage du PIB (en excluant les dépenses comme bâtiments, machines, technologie d'information, et stocks de vaccins pour urgences ou épidémies)	42,27	184,72	759,53	1968,13
Sous-inscriptions téléphones mobiles : nombre pour le service de téléphone, par groupe de 100 personnes	88,15	115,86	130,93	127,75
Haut débit de sous-inscriptions : Sous-inscriptions fixées à accès haut-débit à l'Internet (TCP/IP connexion) à vitesse descendante équivalente ou supérieure à 256 kbit/s, par groupe de 100 personnes (inclut les sous-inscriptions résidentielles et pour les organisations)	2,03	6,30	23,15	29,36
Débit international en Mbit/s	1 100 438,48	1 373 023,34	1 712 935,32	3 607 425,84
Ont utilisé l'Internet pour payer les factures et faire des achats online l'année passée (% âge 15+)	7,70	8,80	38,10	51,60
Estimations sur l'hygiène (% urbain)	40,75	68,53	51,84	76,04
Prévalence modérée ou sévère de l'insécurité d'alimentation sur la population (%)	21,02	6,87	5,56	2,89
Densité de population (personnes par km <sup>2</sup> )	134,58	116,55	679,41	141,19
Tourisme international, arrivées per capita	0,14	0,42	3,15	1,14

Source : élaboration de l'auteur.

**Tableau 3. Modification des indicateurs économiques par groupes**

Groupe	Définition	Taux de change annuel du PIB en 2020–2019 par rapport à la moyenne du PIB en 2019–2017 (%)	Taux de chômage (%)	Inflation (%)
1	Pays très vulnérables avec faible niveau de préparation	95,12	111,46	165,10
2	Pays avec faible niveau de préparation et vulnérabilité	92,25	111,48	129,09
3	Pays avec haut niveau de préparation et vulnérabilité	91,62	91,62	126,04
4	Pays avec faible niveau de vulnérabilité et haut niveau de préparation	94,27	94,27	118,60

Source : élaboration de l'auteur.

préparation. Il faut noter que le taux de chômage baisse dans la plupart des pays à haut niveau de préparation : 8,38% dans les pays du groupe No. 3 et 5,73% dans ceux du groupe No. 4. Il y a aussi une baisse systématique du niveau d'inflation d'un groupe à l'autre.

### 3. Discussion

Les résultats des recherches actuelles ont été obtenus grâce à des méthodes statistiques généralement acceptées. En particulier, l'application de moyennes multidimensionnelles pour créer des groupes de pays multidimensionnels à partir de données hétérogènes est présenté dans Ruff et al. (2020). Toutes les conclusions obtenues sont en accord avec les recherches des auteurs reconnus dans le secteur étudié. Par exemple, plusieurs études scientifiques confirment l'influence de la densité de population sur le taux d'incidence (Bhadra et al., 2021 ; Carozzi et al., 2020 ; Hamidi et al., 2020) ; l'impact de l'hygiène a aussi été évalué dans des travaux antérieurs (Boisson et al., 2016 ; Desye, 2021 ; Fung & Cairncross, 2006 ; Howard et al., 2020 ; Rabie & Curtis, 2006). Un certain nombre d'études prouvent l'influence de la mobilité de population sur l'augmentation de la morbidité et la mortalité pendant la pandémie de COVID-19 (Tantrakarnapa et al., 2022 ; Yechezkel et al., 2021 ; Zemtsov & Baburin, 2020). Les résultats de cette étude ont donc été obtenus pour la première fois et représentent une nouveauté scientifique sur la composition optimale des indicateurs pour évaluer la préparation et la vulnérabilité des pays face à une pandémie.



## Conclusion

Cette étude a révélé que le niveau de préparation et vulnérabilité de la plupart des pays face à une pandémie est assez bas. Les valeurs de l'index global varient largement (de 0,214 au Tchad à 0,747 aux USA).

Malgré le nombre limité de caractéristiques, nous concluons que certains pays sont bien placés (en premier les plus développés de l'OCDE). Cependant, les risques de pandémie dans ces pays restent élevés en raison des conséquences socio-économiques importantes résultant de la fermeture des frontières et les disproportions dans les niveaux de préparation et vulnérabilité. Les auteurs pensent qu'une évaluation plus précise de la préparation et la vulnérabilité nationales, vu qu'il y a des bases de données ouvertes, devrait être réalisée avec certains blocs d'indicateurs.

La méthodologie proposée pour évaluer la préparation et la vulnérabilité des pays face à la pandémie apporte un vaste matériel d'analyse.

Premièrement, le premier index élaboré est un outil universel qui peut être utilisé pour ses caractéristiques comparatives et multidimensionnelles.

Deuxièmement, il permet de mener des études comparatives des pays en considérant simultanément les indicateurs de préparation et de vulnérabilité.

Troisièmement, lorsqu'un haut niveau de variation des indicateurs ne permet pas de faire un partitionnement de données, l'index proposé permet de faire un groupement multidimensionnel. La formation de ces groupes et l'analyse de la distribution des pays représentent un défi. Les résultats pourraient être utilisés, en particulier, pour élaborer des mesures différenciées et identifier des modèles de développement économique.

## References

- Ali, I. (2020). COVID-19: Are we ready for the second wave? *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 14(5), e16-e18. <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.149>
- Alyammahi, S. K., Abdinn, S. M., Alhamad, D. W., Elgendy, S. M., Altell Hany, A. T., & Omar, A. (2021). The dynamic association between COVID-19 and chronic disorders: An updated insight into prevalence, mechanisms and therapeutic modalities. *Infection, Genetics and Evolution*, 87, 104647. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104647>
- Amer, F., Hammoud, S., Farran, B., Boncz, I., & Endrei, D. (2020). Assessment of countries' preparedness and lockdown effectiveness in fighting COVID-19. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 15(2), e15-e22. <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.217>
- Bell J. A., & Nuzzo J. B. (2021). *Global health security index: Advancing collective action and accountability amid global crisis, 2021*. www.GHSIndex.org
- Bhadra, A., Mukherjee, A., & Sarkar, K. (2021). Impact of population density on COVID-19 infected and mortality rate in India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 7(1), 623-629. <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00984-7>

- Boisson, S., Engels, D., Gordon, B. A., Medlicott, K. O., Neira, M. P., Montresor, A., Solomon, A. W., & Velleman, Y. (2016). Water, sanitation and hygiene for accelerating and sustaining progress on neglected tropical diseases: A new global strategy 2015–20. *International Health*, 8, i19–i21. <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihv073>
- Bretscher, L., Hsu, A., Simasek, P., & Tamoni, A. (2020). *The supply channel of uncertainty shocks and the cross-section of returns: Evidence from the COVID-19 crisis*. Georgia Tech Scheller College of Business Research Paper No. 3588418. [https://papers.ssrn.com/sol3/Papers.cfm?abstract\\_id=3588418](https://papers.ssrn.com/sol3/Papers.cfm?abstract_id=3588418)
- Carozzi, F., Provenzano, S., & Roth, S. (2020). *Urban density and COVID-19*. Institute of Labor Economics. <https://docs.iza.org/dp13440.pdf>
- Chaudhry, R., Dranitsaris, G., Mubashir, T., Bartoszko, Ju., & Riazi, Sh. (2020). A country level analysis measuring the impact of government actions, country preparedness and socioeconomic factors on COVID-19 mortality and related health outcomes. *eClinicalMedicine*, 25, 100464. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100464>
- Desye, B. (2021). COVID-19 pandemic and water, sanitation, and hygiene: Impacts, challenges, and mitigation strategies. *Environmental Health Insights*, 15. <https://doi.org/10.1177/11786302211029447>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Data*. <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/FS>
- Fung, I. C. H., & Cairncross, S. (2006). Effectiveness of handwashing in preventing SARS: A review. *Tropical Medicine & International Health*, 11, 1749–1758. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2006.01734.x>
- Gilbert, M., Pullano, G., Pinotti, F., Valdano, E., Poletto, Ch., Boelle, P. Y., D’Ortenzio, E., Yazdanpanah, Y., Eholie, S. P., Altmann, M., Gutierrez, B., Kraemer, M. U. G., & Colizza, V. (2020). Preparedness and vulnerability of African countries against importations of COVID-19: A modelling study. *Lancet*, 395, 871–877. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30411-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30411-6)
- Grasselli, G., Greco, M., & Zanella, A. (2020). Risk factors associated with mortality among patients with COVID-19 in intensive care units in Lombardy, Italy. *JAMA Internal Medicine*, 180, 1345–1355. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.3539>
- Hamidi, S., Sabouri S., & Ewing, R. (2020). Does density aggravate the COVID-19 pandemic? *Journal of the American Planning Association*, 86(4), 495–509. <https://doi.org/10.1080/01944363.2020.1777891>
- Holman, N., Knighton, P., Kar, P., O’Keefe, J., Curley, M., Weaver, A., Barron, E., Bakhai, C., Khunti, K., Wareham, N. J., Sattar, N., Young, B., & Valabhji, J. (2020). Risk factors for COVID-19-related mortality in people with type 1 and type 2 diabetes in England: A population-based cohort study. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 8(10), 823–833. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(20\)30271-0](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(20)30271-0)
- Howard, G., Bartram, J., Brocklehurst, C., Colford, J. M., Jr, Costa, F., Cunliffe, D., Dreifelbis, R., Eisenberg, J. N. S., Evans, B., Girones, R., Hruday, S., Willetts, J., & Wright, C. Y. (2020). COVID-19: Urgent actions, critical reflections and future relevance of ‘WaSH’: Lessons for the current and future pandemics. *Journal of Water & Health*, 18(5), 613–630. <https://doi.org/10.2166/wh.2020.162>
- International Monetary Fund. (2020). *World economic outlook: The great lockdown*. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020>

- Irawan, A., & Alamsyah, H. (2021). The COVID-19's economic crisis and its solution: A literature review. *Etikonomi*, 20(1), 77–92. <https://doi.org/10.15408/etk.v20i1.16870>
- James, J. J. (2020). COVID-19: From epidemic to pandemic. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 14(6), e3–e5. <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.84>
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451, 990–993. <https://doi.org/10.1038/nature06536>
- Kieny, M. P., Rottingen, J. A., & Farrar, J. (2016). The need for global R&D coordination for infectious diseases with epidemic potential. *Lancet*, 388, 460–461. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31152-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31152-7)
- Kovacevic M., & Jahic, A. (2020). *COVID-19 and human development: Exploring global preparedness and vulnerability*. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/jm/e3f5b57e028478537cac7243b8b985143d4a1ca8cafdafb86708d639fbc31670.pdf>
- Kruk, M. E., & Freedman, L. P. (2008). Assessing health system performance in developing countries: A review of the literature. *Health Policy*, 85(3), 263–276. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2007.09.003>
- Laires, P. A., Dias, S., Gama, A., Moniz, M., Pedro, A. R., Soares, P., Aguiar, P., & Nunes, C. (2021). The association between chronic disease and serious COVID-19 outcomes and its influence on risk perception: Survey study and database analysis. *JMIR Public Health and Surveillance*, 7(1), e22794. <https://doi.org/10.2196/22794>
- Mahler, D. G., Lakner, C., Aguilar, R. A. C., & Wu, H. (2020). *The impact of COVID-19 (Coronavirus) on global poverty: Why Sub-Saharan Africa might be the region hardest hit*. <https://blogs.worldbank.org/opendata/impact-covid-19-coronavirus-global-poverty-why-sub-saharan-africa-might-be-region-hardest>
- McCarthy, N. (2020). The countries with the most critical care beds per capita. <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2020/03/12/the-countries-with-the-most-critical-care-beds-per-capita-infographic/#6e497d7f7f86>
- McMichael, A. J. (2004). Environmental and social influences on emerging infectious diseases: Past, present and future. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 359, 1049–1058. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1480>
- Mei, Y., & Hu, J. (2020). Preparedness is essential for Western Pacific Islands during the COVID-19 pandemic. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 14(6), e26–e30. <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.102>
- Morse, S. S., Mazet, J. A., Woolhouse, M., Parrish, C., Carrol, D., Karesh, W. B., Zambrana-Torrel, C., Lipkin, W. I., & Daszak, P. (2012). Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis. *Lancet*, 380, 1956–1965. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61684-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61684-5)
- Oppenheim, B., Gallivan, M., Madhav, N. K., Brown, N., Serhiyenko, V., Wolfe, N. D., & Ayscue, P. (2019). Assessing global preparedness for the next pandemic: Development and application of an Epidemic Preparedness Index. *BMJ Global Health*, 4(1), e001157. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2018-001157>
- Pueyo, T. (2020). *Coronavirus: Why you must act now*. <https://tomaspueyo.medium.com/coronavirus-act-today-or-people-will-die-f4d3d9cd99ca>
- Rabie, T., & Curtis, V. (2006). Hand washing and risk of respiratory infections: A quantitative systematic review. *Tropical Medicine & International Health*, 11(3), 258–267. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2006.01568.x>

- Remuzzi, A., & Remuzzi, G. (2020). COVID-19 and Italy: What next? *Lancet*, 395, 1225–1228. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30627-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30627-9)
- Reynolds, B. W., & Seeger, M. (2005). Crisis and emergency risk communication as an integrative model. *Journal of Health Communication*, 10(1), 43–55. <https://doi.org/10.1080/10810730590904571>
- Riddle, M. C. (2020). Diabetes and COVID-19: Moving from news to knowledge and a glucose hypothesis. *Diabetes Care*, 43(10), 2336–2338. <https://doi.org/10.2337/dci20-0045>
- Ruff, C., Ruiz, M., Matheu, A., Juica, P., Mminchenkova, L., Flores, T., & Abbas, N. (2020). La competitividad economica, desde el impacto de la movilidad internacional de la educacion terciaria. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 36, 14–29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8550427>
- Tantrakarnapa, K., Bhopdhornangkul, B., & Nakhaapakorn, K. (2022). Influencing factors of COVID-19 spreading: A case study of Thailand. *Journal of Public Health*, 30(3), 621–627. <https://doi.org/10.1007/s10389-020-01329-5>
- UN Department of Economic and Social Affairs (UN DESA). (2020). *Everyone included: Social impact of COVID-19*. <https://www.un.org/development/desa/dspd/everyone-included-covid-19.html>
- World Health Organization. (2021). *Water, sanitation and hygiene (WASH)*. <https://www.who.int/health-topics/water-sanitation-and-hygiene-wash#:~:text=Safe%20drinking%2Dwater%2C%20sanitation%20and,communities%20living%20in%20healthy%20environments>
- World Tourism Organization. (2021). *Yearbook of tourism statistics, compendium of tourism statistics and data files*. <https://data.worldbank.org/indicator/ST.INT.ARVL>
- Yechezkel, M., Weiss, A., & Rejwan, I. (2021). Human mobility and poverty as key drivers of COVID-19 transmission and control. *BMC Public Health*, 21, 596. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10561-x>
- Zemtsov, S. P., & Baburin, V. L. (2020). Risks of morbidity and mortality during the COVID-19 pandemic in Russian regions. *Population and Economics*, 4(2), 158–181. <https://populationandconomics.pensoft.net/article/54055/>

**Alain REDSLOB**

Professeur émérite à l'Université Panthéon Assas (Paris 2)

Président de l'AIELF

L'Association Internationale des Economistes de Langue Française (AIELF) réunit des économistes sans parti pris, respectueux des convictions de celles et de ceux qui les portent. Fusion d'une diversité culturelle dans le creuset d'une communauté d'intérêt, elle rassemble universitaires, chercheurs et hommes de culture qui réfléchissent, coopèrent et diffusent une pensée économique vivée à la passion de la langue de Molière.

Vaste est sa mission. Parce qu'elle instaure, élargit et renforce des liens culturels aux fins de propager notre discipline, dans son aspect humain, institutionnel et formel. Parce qu'elle participe au rayonnement de la recherche, favorise l'élévation des niveaux d'éducation et incite les jeunes à s'investir. Parce qu'en écartant toute pompe, elle encourage le rapprochement des peuples en densifiant des échanges propres à la compréhension de cultures si diverses.

Aujourd'hui, les difficultés abondent, les défis se multiplient, les solutions tardent. À vrai dire, l'économie politique se trouve contrainte d'explorer des champs dont l'étendue grandissante n'a de cesse de le disputer à une aridité parfois inquiétante. Aussi, avec l'ardeur qui nous anime, valorisons nos connaissances, suscitons des confrontations d'opinions, propageons des idées neuves, tout en portant haut les couleurs de ce si beau langage qui est le nôtre.

La Revue Internationale des Economistes de Langue Française (RIELF) ambitionne de prendre sa juste part à cet élan avoué et prometteur.

**Prof. dr hab. Maciej ŻUKOWSKI**

Recteur de l'USEGP

L'Université des Sciences Economiques et de Gestion de Poznań est l'une des écoles d'économie et d'affaires les plus anciennes et les plus prestigieuses de Pologne. Depuis 1926, nous développons continuellement l'enseignement supérieur et garantissons des études scientifiques de haute qualité et un développement constant des infrastructures de recherche. Nous préparons de nombreux expertises économiques et réalisons des projets innovants. Une éducation de haute qualité, que nous offrons depuis des années, permet à nos étudiants et diplômés de relever avec succès les défis d'un marché du travail dynamique.

L'innovation de nos méthodes de recherche et d'enseignement a été confirmée par de nombreux classements et réalisations de nos étudiants et employés. Nous combinons notre souci de la meilleure qualité d'enseignement avec le développement de la coopération avec d'autres pays et des pratiques commerciales largement définies.

**Dr Claudio RUFF ESCOBAR**

Recteur de l'Université Bernardo O'Higgins, Chili

L'Université Bernardo O'Higgins (UBO), de Santiago du Chili, est une fondation sans but lucratif, de droit privé, accréditée par la Commission Nationale d'Accréditation (CNA-Chile), pour sa qualité académique, sa gestion et sa politique en matière de relations extérieures avec la Société. Comptant près de 7.000 étudiants répartis sur quatre facultés offrant des programmes de niveaux Licence, Master et Doctorat, ainsi que des départements et centres de recherche, l'Université a pour axe stratégique de développer l'excellence académique et consolider sa politique d'internationalisation, vecteur de croissance académique et culturelle pour toute la communauté universitaire. Cette stratégie est d'ailleurs distinguée par les ranking internationaux (Scimago et Times Higher Education (THE), et régionaux (Revue América Economía), notamment sur les axes de Recherche et d'ouverture à l'international.

L'Université Bernardo O'Higgins compte plus de 125 accords de coopération internationale, parmi lesquels, nombreux sont célébrés avec des pays francophones, cherchant à promouvoir la Francophonie comme axe stratégique d'internationalisation se positionnant ainsi comme l'Université chilienne la plus engagée dans cette vocation tant sur plan académique, que culturel et linguistique. Depuis 2018, l'UBO est membre actif de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF). Dans ce contexte, l'adhésion au prestigieux réseau de l'AIELF, et l'organisation de son 61<sup>e</sup> Congrès à Santiago du Chili en mai 2019, contribuent largement à enrichir cette vision et au rayonnement de la francophonie en Amérique Latine.

Note aux lecteurs : Les textes à soumettre sont à adresser en version électronique à l'adresse de la revue RIELF [Krzysztof.Malaga@ue.poznan.pl](mailto:Krzysztof.Malaga@ue.poznan.pl)

Le « guide de soumission » est disponible auprès de site officiel de la RIELF <http://rielf.aielf.org> ou bien sur le site de l'AIELF : <http://www.aielf.org>

