

Une anatomie du Classement de Shanghai
(Classement académique des universités mondiales ARWU)*

Domingo Docampo¹, Daniel Egret², Lawrence Cram^{3, 4}

¹ Universidad de Vigo, AtlanTTic Research Centre for Information and Communication Technologies, Campus Universitario, 36310 Vigo, Espagne.

² Université PSL, Observatoire de Paris, 92190 Meudon, France.

³ Australian National University, Research School of Physics and Engineering, Acton ACT 0200, Australie.

⁴ Charles Darwin University, College of Engineering, IT and Environment, Darwin NT 0815, Australie

Résumé

Les classements internationaux des universités de recherche sont très largement utilisés et tout aussi fortement critiqués. Parmi les nombreux classements internationaux, le classement de Shanghai est considéré comme l'un des plus influents. Bien que les données primaires de ce classement soient généralement accessibles et que sa méthodologie soit publiée dans ses grandes lignes, il ne s'ensuit pas que ses résultats soient prévisibles ou faciles à calculer. En pratique, les classements annuels de Shanghai reposent sur des données et des règles complexes, variables et non entièrement révélées. De ce fait, les évolutions et les changements dans le classement sont parfois interprétés à tort comme des propriétés intrinsèques des institutions ou des systèmes universitaires à la portée de choix stratégiques universitaires ou nationaux.

Cet article décortique les règles qui relient les données institutionnelles brutes aux scores publiés dans le classement, en utilisant l'édition 2020 comme référence. En passant en revue les changements du classement ARWU entre 2004 et 2016, nous montrons comment des changements exogènes ou méthodologiques ont souvent pu causer des modifications de classement. Les parties prenantes peuvent être induites en erreur si elles pensent que de telles modifications sont intrinsèques à la performance des institutions.

Nous espérons, par cette étude, informer et mettre en garde les médias, les gouvernements et les institutions sur les mérites et les risques d'utiliser le classement de Shanghai pour évaluer la performance institutionnelle relative et son évolution.

Mots-clés - Classement des universités, Universités de classe mondiale, Reproductibilité, Classement académique des universités mondiales, Classement de Shanghai.

**Version française d'un article publié dans SN Social Sciences (29 Juillet 2022) : An Anatomy of the Academic Ranking of World Universities (Shanghai Ranking), Docampo, Egret, & Cram (2022). <https://link.springer.com/article/10.1007/s43545-022-00443-3>*

1. Introduction

Environ 2 500 universités dans le monde mènent des recherches à une échelle suffisante pour rendre possible une évaluation comparative au niveau de l'établissement¹. Les tutelles et partenaires des institutions universitaires cherchent à utiliser de telles évaluations comparatives pour éclairer leurs jugements et leurs choix relatifs aux universités et aux systèmes universitaires.

L'Observatoire international du classement et de l'excellence académiques (IREG)² répertorie environ deux douzaines de "classements mondiaux des universités". Le classement académique des universités mondiales (ARWU), également connu sous le nom de classement de Shanghai ou *Shanghai Jiao Tong Ranking* (Liu et Cheng, 2005) – qui fait l'objet du présent article – est le plus ancien d'entre eux (Siwinski et al., 2021). Publié chaque année depuis 2003, l'ARWU collecte ses données brutes à partir du domaine public ou de sources payantes et applique des procédures partiellement documentées pour produire des scores d'indicateurs et un classement général (ARWU, 2021). Le classement de Shanghai a été à la fois un instrument de transformation et la cible de critiques substantielles (par exemple Marginson et Van der Wende, 2007 ; Salmi, 2009 ; Rauhvargers, 2011; 2013 ; Hazelkorn, 2017; Vernon et al., 2018). Depuis sa création, il a attiré l'attention mondiale des médias, des gouvernements, des universités, des anciens élèves, des étudiants potentiels et de l'ensemble des acteurs du monde académique, et il reste largement référencé à la fois à l'intérieur et à l'extérieur du milieu universitaire.

En consultant la littérature scientifique traitant de l'ARWU (en utilisant la base de données Scopus d'Elsevier pour plus de commodité), nous avons trouvé plus de 400 articles avec des titres, des résumés ou des mots-clés mentionnant "ARWU" ou "Shanghai Ranking" ou qui listent parmi leurs références une citation de sa description initiale (Liu et Cheng, 2005 ; Liu et al., 2005) ou la première critique de (Florian, 2007). En appliquant l'algorithme d'allocation latente de Dirichlet (LDA) sur les résumés d'articles (Blei et al., 2003), les co-citations (Small, 1978) et le couplage bibliographique (Yan et Ding, 2012), nous avons identifié six à huit thèmes qui se chevauchent et se répartissent en trois groupes.

Le plus grand groupe de thèmes et d'articles concerne différents aspects de l'application de l'ARWU dans des études de disciplines, de régions, de nations, d'institutions, de chercheurs et de revues, ou des études à objectifs administratifs, telles que la planification, la stratégie, le financement, la gestion du corps professoral ou l'attribution de subventions. On trouve, par exemple, des études sur la gouvernance universitaire exploitant les sites Web d'universités publiques sélectionnées dans le top 100 de l'ARWU (Garde Sánchez et al., 2020) et sur la façon dont les stratégies de certaines institutions ont été influencées et ont répondu à l'ARWU sur 15 ans (Dowsett, 2020). Nous avons, nous-mêmes, publié sous *ResearchGate* une série de notes techniques qui utilisent l'ARWU pour des analyses comparatives des systèmes universitaires régionaux³.

Un deuxième groupe traite des conséquences sociales, économiques, géographiques, culturelles et politiques du classement de Shanghai et d'autres classements universitaires. Ces travaux citent souvent Marginson et Van der Wende (2007) ou Marginson (2014). On peut mentionner ainsi une monographie sur les classements comme moteurs d'anxiété (Espeland et al., 2016), un rapport sur les politiques d'enseignement supérieur élitistes de la Chine depuis les années 1990 (Allen, 2017) et des observations sur la place de l'ARWU dans la diplomatie chinoise et la projection du *soft power* (Lo, 2011 ; Charroin, 2015).

Le troisième groupe de travaux porte sur la méthodologie de l'ARWU, incluant des discussions et des critiques sur sa reproductibilité (Florian, 2007 ; Docampo, 2013), l'erreur de mesure (Ioannidis et al., 2007), la crédibilité (Billaut et al., 2010), la robustesse (Saisana et al., 2011), la cohérence (Jeremic et al., 2011), la validité (Selten et al., 2020) et le pouvoir discriminant (Claassen, 2015) ainsi que la

¹ Le projet *University Ranking by Academic Performance* (URAP) vise une couverture complète des performances académiques (liées à la recherche), en publiant des données sur 2 500 universités. Le classement mondial des universités du Times Higher Education (THE) comprend 1 500 universités. Les classements internationaux des meilleures universités QS et l'ARWU de Shanghai en comptent 1 000. Le classement CWTS Leiden en répertorie environ 1 200.

² <https://ireg-observatory.org/en/initiatives/ireg-inventory-of-international-rankings/> (consulté le 10/11/2020)

³ <https://www.researchgate.net/project/Shanghai-Ranking-beyond-ARWU-500>

transformation non linéaire des scores bruts (Alaşehir et al., 2014 ; Docampo et Cram, 2014). La plupart de ces travaux citent ou sont cités par les revues de Moed (2017) ou de Fernández-Cano et al. (2018).

Dans la pratique, la reconnaissance et l'influence généralisées du classement de Shanghai ne découlent pas de telles études universitaires, mais plutôt de son traitement par les médias traditionnels tournés vers le grand public, et par les réseaux sociaux. Barats et ses collaborateurs (Barats et Leblanc, 2013 ; Barats, 2017 ; 2019 ; 2020) rendent compte de manière éclairante de l'importance des actions médiatiques autour du classement de Shanghai en analysant les présences de l'ARWU dans les médias français à partir d'articles, de dépêches, d'interviews et de forums entre 2003 et 2014, complétés par des entretiens avec des journalistes et des usagers des médias. L'analyse montre comment les médias français ont amplifié et consolidé l'impact du classement de Shanghai en raison (i) de la simplicité, de la régularité, de la familiarité, de l'indépendance et de la plasticité des rapports de classement de l'ARWU et (ii) de l'« électrochoc » de la faiblesse reconnue des classements des établissements français. Barats note comment les médias et autres commentateurs utilisent souvent une concession argumentative qui reconnaît les problèmes et défauts du classement ARWU tout en l'utilisant sans examen pour signaler ou défendre une position ou une proposition. Un exemple scientifique est l'examen approfondi et critique des classements réalisé par Fernández-Cano et al. (2018), qui énumère de nombreuses lacunes et améliorations potentielles des classements universitaires, tout en observant (peut-être paradoxalement) qu'en raison de son approche de type boîte noire et de la prise en compte de quelques indicateurs seulement, le classement ARWU "reçoit une large acceptation critique".

Comme l'ont noté Fernández-Cano et al. (2018), "ARWU ne donne aucune considération contextuelle, seulement des classifications froides". Dans le cadre de cette politique, il n'est pas surprenant que les auteurs de l'ARWU aient eux-mêmes utilisé la concession argumentative. Par exemple, Wu et Liu (2017) affirment que « l'ARWU fournit des informations fiables sur les performances des universités de différents pays depuis 14 ans », mais préviennent dans le même article que « les gens devraient accorder plus d'attention aux méthodologies et aux indicateurs des classements pour comprendre et appliquer leurs résultats avec plus de précision ». En décortiquant la méthodologie de l'ARWU, nous montrons comment le classement des institutions décrites comme en amélioration ou en déclin par Wu et Liu (2017) peut changer en raison de facteurs exogènes ou méthodologiques qui ne sont pas inhérents à l'institution, bien que l'article soit indifférent à cette distinction.

L'ARWU et d'autres classements universitaires mondiaux s'étendent désormais sur une période de 15 années, et des études systématiques de séries chronologiques sont devenues réalisables. Cependant, alors que l'ARWU n'affiche pas la même volatilité que certains autres classements (Holmes, 2013 ; Hou et Jacob, 2017 ; Sayed, 2019), toute série chronologique fiable de classement nécessite soit une stabilité, soit des variations bien documentées de la méthodologie. Or, la méthodologie ARWU varie (cf. ARWU12, 2012 ; ARWU20, 2020), mais les conséquences n'en sont, le plus souvent, pas bien comprises. Dans la pratique, les parties prenantes acceptent souvent un classement comme indicateur de performance institutionnelle relative et un changement de classement comme indicateur d'amélioration ou de déclin, ignorant les avertissements de la concession argumentative. Notre article vise à aider les utilisateurs d'ARWU à apprécier ses limites et à étendre ses résultats grâce à une évaluation indépendante de la méthodologie ARWU.

Notre étude dissèque le classement de Shanghai pour en révéler les règles et les choix non documentés qui affectent les résultats. Étant donné que les résultats ARWU ne peuvent pas être régénérés *ab initio*, nous nous appuyons sur l'édition 2020 (ci-après ARWU20) comme point de référence ; nous ne pouvons pas savoir si d'autres changements se produiront dans l'avenir. Nous présentons d'abord les procédures de calcul qui relient les scores bruts au classement final, puis nous détaillons les étapes conduisant des ensembles de données aux scores bruts, y compris les incertitudes et les activités de nettoyage et validation des données. Nous expliquons ensuite comment les résultats de l'ARWU peuvent être dus à des facteurs exogènes aux classeurs et aux institutions, ou méthodologiques, ou inhérents aux institutions. Nous concluons en discutant des problèmes spécifiques qu'une institution peut rencontrer en utilisant le classement pour effectuer des comparaisons de performances de la recherche.

2. Données et méthodes ARWU

Le classement académique des universités mondiales (ARWU ou classement de Shanghai) a été publié chaque année depuis 2003, d'abord par le Center for World-Class Universities (CWCU), Graduate School of Education (anciennement Institute of Higher Education) de l'Université de Shanghai Jiao Tong et, après 2009, par l'organisation indépendante de renseignement sur l'enseignement supérieur *ShanghaiRanking Consultancy*.

Initialement conçu comme un instrument de politique publique pour suivre la performance relative des universités chinoises à mesure que le système universitaire chinois se développait et se modernisait (Liu et Cheng, 2005 ; Liu et al., 2005 ; Liu, 2009), l'ARWU a rapidement attiré l'attention mondiale des acteurs universitaires.

2.1 Nettoyage des données ARWU

Le passage des données ARWU brutes aux données nettoyées et validées est soumis à de nombreuses alternatives et choix, dont beaucoup ont été décrits dans Liu et Cheng (2005), Van Raan (2005) et Liu et al. (2005). Liu et al. (2005) estiment que les incertitudes dues à l'attribution ou à l'erreur humaine sont d'environ 1 à 2 % dans les indicateurs bruts. Nous soulignons ici quelques considérations supplémentaires qui peuvent être non documentées ou négligées, en particulier dans le contexte de l'ARWU20.

2.2 Prix Nobel et médailles Fields

Des prix Nobel, décernés annuellement, et des médailles Fields, décernées tous les quatre ans, découlent deux indicateurs : l'indicateur Alumni est construit à partir du recensement des universités ou Écoles dans lesquelles ont été formés (et diplômés) les lauréats ; l'indicateur Award, est, lui, basé sur l'affiliation ou les affiliations des lauréats au moment où le prix leur est décerné. Ces informations sont disponibles dans les CV (ou biographies) mis en ligne sur les sites officiels.

L'indicateur Alumni représente le nombre de diplômés titulaires d'une licence, d'une maîtrise ou d'un doctorat (ou de plusieurs diplômes) d'une institution qui ont remporté un prix Nobel ou une médaille Fields (ARWU20 intègre les prix de 2019 et des années précédentes). L'indicateur est pondéré en fonction de l'année d'obtention du diplôme. Dans l'ARWU20, 100 % de la note revient aux bénéficiaires diplômés après 2010, 90 % aux diplômés entre 2001 et 2010, etc., jusqu'à 10 % pour les diplômes décernés entre 1921 et 1930.

L'indicateur Award est le décompte fractionnaire du personnel qui était employé dans une institution lorsqu'il a reçu un prix Nobel de chimie, de sciences économiques, de physiologie et médecine, ou de physique, ou bien une médaille Fields en mathématiques (ARWU20 comprend les prix en 2019 et les années précédentes). L'indicateur est lui aussi pondéré selon l'année d'attribution : dans l'ARWU20, 100 % de la note revient aux lauréats après 2010, 90 % aux lauréats entre 2001 et 2010, etc., jusqu'à 10 % aux lauréats de prix décernés entre 1921 et 1930. Les prix plus anciens ne sont pas pris en compte.

Les informations sur le lauréat du prix Nobel sont généralement disponibles sur <https://nobelprize.org/> et les informations sur le médaillé Fields sont généralement disponibles sur <http://www.mathunion.org/>. Les scores Alumni et Award 2020 couvrent les prix décernés entre 1920 et 2019.

À titre d'illustration, le tableau 1 présente pour l'année 2018 (qui est l'année la plus récente en ce qui concerne les médailles Fields) les affiliations universitaires repérées pour les lauréats et les scores qui en résultent.

Pour Alumni, le nettoyage des données comprend l'identification du nom contemporain des *alma maters* et la vérification de l'année d'obtention du diplôme afin que l'algorithme d'atténuation décennale puisse être appliqué. Certaines institutions se sont restructurées au cours du siècle couvert par cet indicateur : des points d'anciens élèves (Alumni) peuvent être attribués aux composantes concernées si elles peuvent être identifiées (par exemple, l'Université de Vienne et l'Université de médecine de Vienne), et certaines institutions résultant de restructuration peuvent être exclues de l'ARWU (par exemple, l'Université de Berlin). Pour les données Award, le traitement comprend l'identification des affiliations valides au

moment de la récompense, la répartition des affiliations pour les récompenses partagées et conjointes et la gestion de l'année d'une récompense pour appliquer l'algorithme de vieillissement décennal. Pour faciliter le traitement des récompenses partagées, nous avons attribué trois (3) points pour un prix Nobel complet ou une médaille Fields dans la colonne Award du tableau 1.

Tableau 1 : Détails des affiliations des lauréats de prix Nobel et de médaille Fields (universités uniquement) pour les prix de l'année 2018

Lauréat	Prix (Nobel, Fields)	Score (Award)	Affiliation (Award)	Année de Diplôme	Score (Alumni)	Affiliation (Alumni)
Frances H. Arnold	Chim	1.5	California Institute of Technology	1979	0.6	Princeton University
				1985	0.7	University of California, Berkeley
George P. Smith	Chim	0.75	University of Missouri	1963	0.5	Haverford College
				1970	0.5	Harvard University
Gregory P. Winter	Chim	0.375	University of Cambridge	1973	0.6	University of Cambridge
William D. Nordhaus	Eco	1.5	Yale University	1973	0.6	Yale University
				1967	0.5	Massachusetts Institute of Technology
Paul M. Romer	Eco	1.5	New York University	1983	0.7	University of Chicago
Olga Tokarczuk	Litt			1985	0.7	University of Warsaw **
Denis Mukwege	Paix			1983	0.7	University of Burundi
Denis Mukwege	Paix			2015	1.0	Université Libre Bruxelles **
Arthur Ashkin	Phys			1947	0.3	Columbia University
				1952	0.4	Cornell University
Gerard Mourou	Phys	0.375	University of Michigan	1967	0.5	Université Grenoble Alpes
Gerard Mourou	Phys	0.375	Ecole Polytechnique	1973	0.6	Sorbonne Université
Donna Strickland	Phys	0.75	University of Waterloo	1981	0.7	McMaster University
				1989	0.7	University of Rochester
James P. Allison	Med	0.75	University of Texas	1973	0.6	University of Texas
Tasuku Honjo	Med	1.5	Kyoto University	1975	0.6	Kyoto University
Caucher Birkar	Fields	3	University of Cambridge	2000	0.8	University of Tehran **
				2004	0.9	University of Nottingham
Alessio Figalli	Fields	3	ETH Zurich	2006	0.9	Scuola Normale Superiore - Pisa
				2007	0.9	University of Pisa
				2007	0.9	Ecole Normale Supérieure - Lyon
Peter Scholze	Fields	3	University of Bonn	2012	1.0	University of Bonn
Akshay Venkatesh	Fields	3	Stanford University **	1998	0.8	University of Western Australia **
				2002	0.9	Princeton University

(** indique les affiliations qui n'ont pas été prises en compte dans ARWU20)

Exemple de lecture du Tableau : Frances Arnold, affiliée à Caltech, reçoit le Prix Nobel de Chimie en 2018. La lauréate a reçu la moitié du Prix, partagé, soit un score Award de 1,5 (3/2). Pour le score Alumni, sont pris en compte son diplôme de Bachelor en 1979 à Princeton (atténué à 0,6), et PhD en 1985 à Berkeley (atténué à 0,7).

2.3 Chercheurs très cités

L'indicateur HiCi représente le nombre de chercheurs hautement cités (HCR) affiliés à l'institution dans la liste HCR publiée par Clarivate Analytics⁴ (ARWU20 utilise la version de décembre 2019). Les méthodes de Clarivate pour identifier les HCR et enregistrer leurs affiliations ont considérablement changé depuis la création des classements ARWU. Docampo et Cram (2019) retracent ces changements, notamment le remplacement des récompenses à vie par des récompenses annuelles basées sur la décennie de travail précédente, le recalibrage du nombre de récompenses disponibles dans différents domaines de recherche et, dans la liste HCR 2018, l'introduction d'une nouvelle catégorie *Cross-field*.

L'ARWU a également modifié sa méthodologie pour l'indicateur HiCi de manière significative depuis 2003. Les pondérations, auparavant complexes, impliquent désormais une simple correspondance croisée entre les noms d'affiliations primaires utilisés par Clarivate et les dénominations de ces mêmes institutions utilisées par ARWU. Les HCR qui sont répertoriés dans plus d'une catégorie de recherche, sont comptés plusieurs fois.

2.4 Nature & Science

L'indicateur N&S correspond au nombre pondéré d'affiliations répertoriées dans les articles publiés dans les revues *Nature* et *Science* au cours des cinq années précédentes (pour ARWU20, les années sont 2015-2019). Les données bibliographiques de *Nature & Science* sont accessibles au public sur les sites Web des revues ou par abonnement au Web of Science (WoS) de Clarivate Analytics. Les données brutes utilisées pour le calcul de l'indicateur ARWU N&S sont, pour chaque article, la séquence des auteurs correspondants (*corresponding authors*) et des autres auteurs, et leurs affiliations. Pour chaque publication une liste d'universités⁵ est établie à partir des affiliations du premier auteur correspondant, puis de tous les autres auteurs correspondants éventuels (pris dans l'ordre), puis de tous les autres auteurs. Les points bruts de chaque université répertoriée sont pondérés en fonction de leur position dans cette liste ordonnée, reflétant le statut et l'ordre des auteurs.

Les articles peuvent avoir plus d'un auteur correspondant, et les auteurs correspondants peuvent avoir plus d'une affiliation universitaire. Il existe également des articles avec des dizaines d'auteurs et des articles où les auteurs sont répertoriés sous un nom de consortium plutôt qu'en tant qu'individus. Comme pour l'indicateur de publication, les noms d'institutions doivent être désambiguïsés et la validité des entités associées telles que les institutions de recherche médicale doit être établie.

2.5 Publications

L'indicateur PUB correspond au nombre pondéré d'articles affiliés à l'institution, indexés par Science Citation Index-Expanded (SCI-E) et Social Science Citation Index (SSCI) au cours de l'année précédente (pour ARWU20, l'année est 2019). Les données bibliographiques permettant de calculer l'indicateur PUB sont accessibles par abonnement au WoS. Un article obtient un poids plus élevé s'il est indexé dans le SSCI : un poids de 2 s'il est uniquement indexé dans le SSCI et de 1,5 s'il est indexé à la fois dans le SSCI et le SCI-E.

Le nettoyage des données pour l'indicateur PUB implique l'identification des composantes institutionnelles valides et des variantes de nom sélectionnées par l'ARWU pour chaque institution répertoriée dans l'ARWU20. Le champ *Organisation-enhanced* (OG) du WoS, qui tient compte des variantes de nom d'une institution, s'avère être un point de départ utile. Cependant, certaines des

⁴ <https://recognition.webofscience.com/awards/highly-cited/>

⁵ L'ARWU n'attribue pas de points N&S aux établissements non universitaires.

variantes assemblées dans la concordance OG sont des composantes que l'ARWU peut ne pas inclure (par exemple, les hôpitaux associés). D'autre part, le champ d'organisation unique (OO) du WoS manquera souvent des variantes de nom incluses dans la liste non publiée des variantes de nom et des composantes institutionnelles qu'utilise ARWU.

2.6 PCP et FTE

L'ARWU entend que l'indicateur PCP soit un indicateur par tête (*per capita*) obtenu en divisant le total pondéré des cinq autres indicateurs par le nombre d'équivalents temps plein (ETP, ou FTE en anglais) du personnel académique (Liu et Cheng, 2005). Lorsque l'ARWU identifie une source fiable, il obtient les valeurs FTE des institutions à partir de sources nationales disponibles publiquement (*pour la France : les sources en Open Data du ministère de l'Enseignement Supérieur ; seuls sont comptés les enseignants-chercheurs : professeurs, maîtres de conférence et assimilés*)⁶. Dans les autres cas, lorsqu'il n'existe pas de source nationale fiable, ils utilisent une valeur nominale ou fictive d'ETP dérivée de la médiane des valeurs d'ETP fiables de l'année correspondante.

Pour les pays où l'ARWU collecte les valeurs d'ETP des listes nationales, la validité de l'ETP exige à la fois l'exhaustivité, une concordance fiable entre les établissements de la liste nationale et la liste de l'ARWU, et une correspondance entre les conditions d'emploi universitaire dans les différents systèmes d'enseignement supérieur. Les anomalies sont fréquentes. Les professeurs supérieurs avec un statut non titulaire ou financé par une subvention sont parfois mais pas toujours comptés (cf. ANU et Caltech). Des institutions particulières peuvent parfois être omises des listes nationales, faussant leur classement et les comparaisons au sein des pays (*c'est le cas en France des institutions dont les personnels relèvent de la tutelle d'un autre ministère que le ministère de l'Enseignement Supérieur, par exemple Mines Paris ou l'École polytechnique*).

L'ARWU découvre ou révisé parfois les listes nationales d'ETP de sorte que la plupart des établissements d'un pays entier subissent alors des modifications non documentées du PCP et du score total. Par exemple, l'ARWU a introduit pour la première fois les valeurs ETP institutionnelles pour les institutions polonaises dans l'ARWU20 : les ETP pour l'université Jagellonne de Cracovie et pour l'Université de Varsovie sont passés de la valeur nominale (950) en 2019 à 3375 et 2960 respectivement en 2020 (valeurs ETP approximatives). De ce fait, l'université Jagellonne est passée des rangs 301-400 aux rangs 401-500 tandis que Varsovie s'est déplacée dans la direction opposée. L'ascension de Varsovie était due à la reconnaissance par l'ARWU du prix Nobel 2018 retardé de l'ancienne étudiante Olga Tokarczuk (indicateur Alumni), compensant légèrement la baisse significative du PCP.

Des changements importants et parfois irréguliers en ETP/PCP se sont produits en Australie (2006, 2010), en Autriche (2010), au Brésil (2010 concernant uniquement l'Université de Sao Paulo), au Canada (2009), en Suisse (2010), aux États-Unis (2010), en Chine (irrégulier), République tchèque (2017), Espagne (2010), France (2008, 2017), Grande-Bretagne (2005, 2010), Suède (2010), Italie (2012), Japon (2011), Corée (2005), Norvège (2010), Nouvelle-Zélande (2005, 2017) et États-Unis (2010). L'Allemagne, Israël, la Finlande, le Danemark, l'Irlande et l'Afrique du Sud sont les principaux pays où l'ARWU ne dispose pas de source nationale et utilise la valeur fictive. Dans l'ARWU20, la valeur FTE fictive a considérablement changé par rapport aux années antérieures, passant d'environ 950 à 1 500, reflétant la différence dans la médiane des valeurs FTE connues. Le PCP a diminué en conséquence pour les établissements où l'ARWU utilise l'ETP fictif.

2.7 Calcul des scores des indicateurs

Les indicateurs bruts Alumni, Award, HiCi, N&S et PUB, ont des échelles disparates et c'est pourquoi leurs fonctions de distribution sont préalablement ajustées avant de se combiner dans le score total. Pour cela, les valeurs brutes des indicateurs sont normalisées en divisant par la valeur brute correspondante du score obtenu par l'institution la plus performante (à ce jour, toujours l'Université de Harvard) et ces

⁶ <https://data.enseignementsup-recherche.gouv.fr/>

valeurs sont ensuite compressées en prenant la racine carrée. Soit H le score brut de Harvard sur l'un des cinq indicateurs et X le score brut d'une autre institution sur ce même indicateur. Le score S de l'indicateur publié par l'ARWU est calculé par l'équation (1) arrondie à un chiffre significatif après la virgule :

$$S=100\sqrt{\frac{X}{H}} \quad (1)$$

L'ARWU publie le score normalisé S plutôt que les scores bruts X ou H. Toutefois, à condition que de nombreuses valeurs de X et S soient connues, la valeur H utilisée dans ARWU20 peut être vérifiée ou estimée en ajustant l'équation (1). Nos estimations des scores bruts des indicateurs de Harvard pour ARWU20 sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2. Scores bruts des indicateurs pour Harvard dans l'ARWU20

Indicateur	Alumni	Award	HiCi	N&S	PUB
Valeur Harvard	33,91	36,29	204	477,85	19 041

L'indicateur restant, PCP, est dérivé de la moyenne pondérée des cinq premiers indicateurs, ajustée pour prendre en compte l'effet de la taille de l'établissement. Un moyen pratique de calculer PCP consiste d'abord à définir une valeur intermédiaire, WSS, comme la somme pondérée des carrés des cinq scores d'indicateur (en pratique, en inversant l'équation 1), désignés ici par des noms évidents :

$$WSS=0.1 \text{ Alumni}^2 + 0.2 [\text{Award}^2 + \text{HiCi}^2 + \text{N\&S}^2 + \text{PUB}^2] \quad (2)$$

Si WSS_C est la somme pondérée des carrés pour Caltech (qui est l'université avec le score le plus élevé dans l'indicateur PCP) et FTE_C est le nombre d'ETP (*faculty staff*) de Caltech, l'indicateur PCP pour une université N, avec une somme pondérée des carrés WSS_N et un nombre d'ETP d'enseignants-chercheurs FTE_N , est alors :

$$PCP=100\sqrt{\frac{WSS_N}{FTE_N} \frac{FTE_C}{WSS_C}} \quad (3)$$

En ajustant les scores bruts, nous estimons que dans ARWU20, pour Caltech les données brutes sont $ETP_C = 294,5$ et $WSS_C = 2\,617,9$ de sorte que

$$\sqrt{\frac{FTE_C}{WSS_C}} = 0.3409 \quad \text{and} \quad PCP = 34.09 \sqrt{\frac{WSS_x}{FTE_x}} \quad (4)$$

L'ARWU classe les universités individuellement ou en groupes sur la base d'un score total ST calculé comme la somme pondérée des scores des indicateurs individuels calculés comme décrit ci-dessous :

$$S_T = K(0.1[\text{Alumni} + \text{PCP}] + 0.2[\text{Award} + \text{HiCi} + \text{N\&S} + \text{PUB}]). \quad (5)$$

Le facteur K permet d'ajuster à 100 le score total de l'institution la plus performante (en l'occurrence Harvard), puisque la valeur de PCP_H n'est pas 100 :

$$K = [0.9 + 0.1 \text{ PCP}_H / 100]^{-1} \quad (6)$$

2.8 Le cas particulier des établissements spécialisés en Sciences Humaines et Sociales

L'ARWU modifie les équations (1) et (5) pour un petit nombre d'institutions spécialisées en sciences humaines et sociales pour lesquelles il est admis que *Nature* ou *Science* ne sont que rarement utilisés

par leurs chercheurs. L'indicateur N&S est alors vide pour ces institutions, et le score total est calculé sur les autres indicateurs, pondérés de manière appropriée.

Pour ARWU20, les institutions concernées sont au nombre de 10 : London School of Economics & Political Science, l'Université Toulouse 1 Capitole, Stockholm School of Economics, Bocconi University, Tilburg University, Renmin University of China, Copenhagen Business School, London Business School, l'École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS), et l'Université d'économie et de commerce WU de Vienne.

3. Application

En 2017, deux auteurs de l'ARWU ont publié une revue des tendances du classement de Shanghai observées entre les années 2004 et 2016 (Wu et Liu, 2017). Cet examen mentionne vingt-sept institutions montrant de « grandes améliorations » et une quarantaine d'institutions qui ont présenté des « baisses majeures » dans le classement ARWU. Nous avons appliqué les procédures décrites ci-dessus pour lier les évolutions de classement signalées par l'ARWU aux changements sous-jacents des scores bruts de quatre institutions dans chaque catégorie. Pour cette analyse nous avons exclu l'année 2004 en raison d'une abondance d'irrégularités par rapport aux années ultérieures et nous avons mis à jour la série pour inclure les années plus récentes 2017-2020. Dans la catégorie "amélioration", nous avons sélectionné la première université saoudienne qui est entrée dans le top 500 (King Saud) et trois des quatre universités qui sont entrées dans le top 100 (Pékin, Monash et Technion, en omettant la deuxième institution chinoise, Tsinghua). Dans la catégorie "déclin", nous avons retenu les premières institutions qui sont sorties du top 100 dans quatre pays différents (Rochester, Tohoku, Vienne et Sheffield).

Les figures 1 et 2 affichent les séries chronologiques des scores bruts pour les institutions choisies, en adaptant les scores bruts à l'institution de référence (Harvard ou Caltech) à chaque pas de temps. Pour chaque indicateur, le tracé de la série chronologique est normalisé à la valeur maximale du score brut échelonné sur la période 2005-2020. La série temporelle révèle ainsi les évolutions relatives de l'institution considérée par rapport aux évolutions de l'institution de référence.

Les figures 1 et 2 montrent une variabilité temporelle considérable. Le tableau 3 décrit les moteurs de la variabilité à l'aide de trois catégories guidées par les "principes de précaution" (Cheng et Liu, 2008) des Principes de Berlin sur le classement des établissements d'enseignement supérieur (IREG, 2021). Un changement "exogène" survient lorsque des facteurs autres que l'application systématique des règles de classement ARWU existantes sont impliqués dans un changement. Des changements "méthodologiques" surviennent lorsque l'ARWU ajuste ses ensembles de données existants ou ses règles de classement. Des changements "inhérents" se produisent lorsque des changements dans le score brut d'un établissement ne sont pas dus à l'une ou l'autre des deux autres catégories. Les catégories ne s'excluent pas mutuellement et sont souvent enchevêtrées. Notez également que le classement d'un établissement (mais pas les scores des indicateurs) est sensible de manière exogène à l'insertion ou à la suppression d'autres établissements situés au-dessus d'un classement annuel à l'autre.

Figure 1. Institutions en « amélioration rapide ».

Série chronologique des scores bruts à l'échelle de Harvard ou Caltech, pour les établissements sélectionnés pour leur amélioration rapide dans le classement. Trois entrent dans le top 100 et un (King Saud) entre dans le classement. La plage est normalisée à la valeur maximale dans chaque panneau.

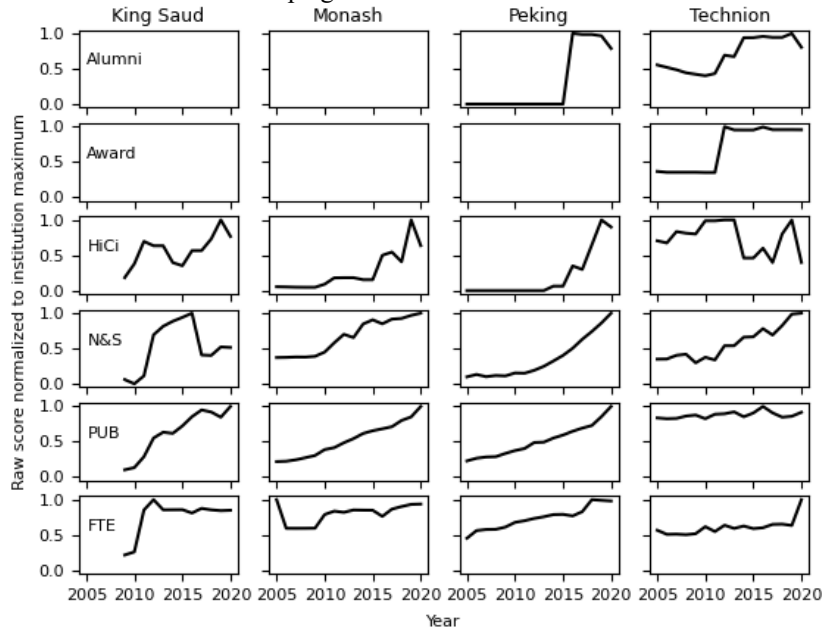


Figure 2. Institutions en « déclin rapide ».

Série chronologique des scores bruts à l'échelle de Harvard ou Caltech, pour les établissements sélectionnés pour leur déclin rapide par rapport au top 100. La plage est normalisée à la valeur maximale dans chaque panneau.

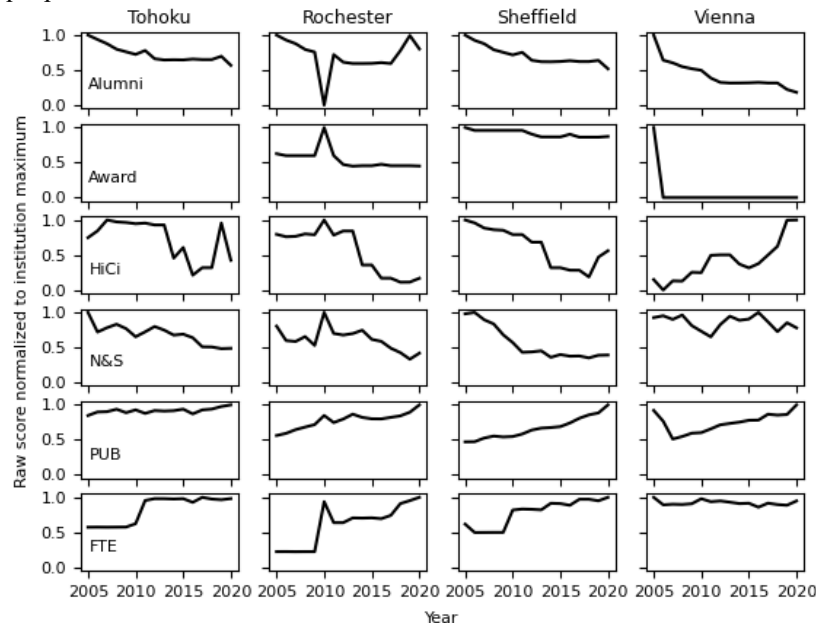


Tableau 3. Annotation des modifications présentées dans les figures 1 et 2.

	Exogène	Méthodologique	Inhérent
Tous les établissements (HiCi)	Clarivate change la définition de HCR en 2014/15 Clarivate introduit la catégorie cross-field en 2017/18	ARWU modifie les règles pour le HCR dans les cas de plusieurs affiliations (2014/15/16/17)	

Tous les établissements (ETP)	Les données nationales sur les ETP omettent certaines institutions	L'ARWU adopte un nouvel ensemble de données national ETP (cf. section 2.6)	
Établissements en déclin (Prix)		Vieillessement décennal des scores bruts des diplômés et des récompenses	Harvard gagne de nouveaux diplômés et récompenses
King Saud		L'augmentation des articles N&S en 2010/11 passe par une fenêtre de 5 ans	Taux élevé de croissance organisationnelle (Al- Khedhairy 2012)
Monash			Comme ci-dessus
Pékin		Valeur initiale élevée de l'ETP	Prix attribué à un diplômé(1955/2015)
Technion		Valeur initiale élevée de l'ETP	Alumni : Trois diplômés (1966/2013 ; 1972/2011 ; 1981/2004). Award : Prix partagé (2004) et prix complet (2011)
Tohoku			N&S et PUB déclinent avec des ETP stables
Rochester		Des résultats anormaux en 2011	N&S et PUB diminuent tandis que les ETP augmentent
Sheffield			N&S baisse tandis que les ETP augmentent
Vienne	École de médecine séparée dans les années 1940	Révision de l'allocation initiale des anciens, des prix, du PUB et des ETP	

4. Discussion et conclusion

En reproduisant avec succès les scores d'ARWU20, nous confirmons que l'ARWU s'appuie sur des données brutes non subjectives (cf. Vernon et al., 2018). Il n'est cependant pas possible de reproduire *ab initio* l'ensemble des résultats de l'ARWU. Il reste des ambiguïtés et des choix non documentés lors de la production des scores des indicateurs qui doivent être compris et résolus par itération post facto pour correspondre aux scores publiés.

C'est un défi pour une institution classée de découvrir, nettoyer et valider l'ensemble des données brutes qui permettent de reproduire le classement publié. C'est un défi encore plus complexe de déduire ce qu'une institution actuellement non classée pourrait devoir faire pour entrer dans le classement, car cela nécessite de prévoir les scores et les classements d'un nombre inconnu d'autres institutions.

Notre article contribue à ce processus en exposant les étapes qui mènent aux scores finaux et aux classements. Siniksaran et Satman (2020) ont publié un logiciel de simulation pour effectuer des études de classement, qui pourrait être utile une fois les liens entre les données ARWU publiées et les scores bruts sous-jacents traités.

Chaque indicateur ARWU présente des obstacles notables pour les utilisateurs. Bien qu'elles ne concernent qu'un petit nombre d'établissements, les affiliations issues des nouvelles annonces de Prix

(Award et Alumni) peuvent mettre quelques années à se régler (cf. Tableau 1). Reconnaisant le contraste entre les intérêts des universités plus anciennes et émergentes concernant l'effet d'ancrage à long terme des indicateurs Alumni et Award, l'ARWU a publié en 2014 et 2015 un classement alternatif⁷ qui omettait les indicateurs Award et Alumni. Les méthodes ci-dessus permettront aux institutions de produire, le cas échéant, d'autres versions alternatives du classement ARWU qui pourraient être plus appropriées à leur mission et à leur stratégie.

La catégorie HCR qui sous-tend l'indicateur HiCi a été ajustée plusieurs fois depuis la création de l'ARWU (Docampo et Cram, 2019). De plus, HiCi est le seul indicateur qui continue d'être sujet à des variations importantes d'une année à l'autre en raison de la redirection en entrée ou en sortie des affiliations par les chercheurs concernés. Cela a été un enjeu pour la France, avec la perte ou le gain d'une affiliation HCR a un effet particulièrement sensible lorsqu'il n'y a que peu de HCR dans un établissement, entraînant potentiellement un changement qui peut atteindre une centaine de places dans l'ordre de classement.

Les indicateurs N&S et PUB sont tous les deux sujets à des problèmes d'ambiguïté dans les noms d'affiliation. Les institutions peuvent réduire les pertes d'affiliations en surveillant le format des articles soumis et, peut-être, en évitant les revues et les pratiques de publication qui conduisent à l'omission d'informations d'affiliation dans les index bibliométriques. Le calcul de l'indicateur N&S est en outre particulièrement complexe en raison des règles ARWU de pondération des affiliations en fonction de l'ordre des auteurs. Le fait qu'une institution se voit ou non attribuée la prime réservée au premier ou au deuxième auteur correspondant dépend de règles assez complexes qui peuvent ne pas être évidentes pour les chercheurs lorsqu'ils s'accordent sur la mise en page de la ligne d'affiliation de l'article⁸.

L'ARWU a développé l'indicateur PCP (appelé «taille» (size) dans les premières éditions de l'ARWU) afin de répondre aux commentaires sur la tendance des autres indicateurs à être sensibles à la taille de l'établissement, favorisant ainsi les grandes institutions, toutes choses étant égales par ailleurs. Si cela continuait à poser problème, une pondération supplémentaire substantielle pour le PCP avait été envisagée (Liu et Cheng, 2005). Le prix à payer pour inclure l'indicateur PCP est la difficulté de trouver des données nationales sur les ETP et d'harmoniser la façon dont les ETP déclarés sont liés aux conditions d'emploi universitaire dans les systèmes nationaux. Des mesures d'évaluation de la recherche indépendantes de la taille sont disponibles dans d'autres classements (par exemple, le classement CWTS Leiden : Waltman et al., 2011 ; Waltman et al., 2012) et peuvent être comparées d'une part au score total et au rang dans le classement ARWU dépendant de la taille, et d'autre part aux scores et rang du seul indicateur PCP, avec sa correction de l'effet de taille.

Notre étude du rapport de l'ARWU sur des exemples d'"amélioration" et de "déclin" à long terme (Wu et Liu, 2017) révèle des développements complexes qui impliquent des changements exogènes, méthodologiques et inhérents, peut-être intriqués. Le rapport de Wu et Liu est indifférent à expliquer les facteurs sous-jacents des résultats réels du classement (voir également Holmes, 2013 ; Lim, 2018 concernant l'indifférence des autres classements mondiaux), une position qui pourrait être incompatible avec certains des principes de Berlin (Cheng et Liu, 2008). Cela pourrait conduire à recommander qu'un schéma d'annotation s'appuyant sur le tableau 3 soit adopté par l'ARWU comme contribution à l'amélioration et à l'évaluation de son classement, selon les principes de Berlin.

Bon nombre des complications décrites dans cet article sont des défis typiques de la pratique bibliométrique et surviennent parallèlement à des erreurs et des incertitudes dans les données qui sous-tendent le classement ARWU, comme tout autre classement. Pour cette raison, et en tenant compte des réserves souvent formulées concernant l'utilité d'une évaluation quantitative à faible dimension (voir, par exemple, Moed, 2017), comme beaucoup d'autres, nous encourageons fortement les lecteurs à (1) comprendre les changements signalés par l'ARWU en termes de moteurs exogènes, méthodologiques et inhérents, et (2) explorer et utiliser des méthodes d'évaluation institutionnelle au-delà de l'ARWU.

⁷ http://www.shanghairanking.com/Alternative_Ranking_Excluding_Award_Factor/Excluding_Award_Factor2015.html

⁸ On constate par exemple que, pour l'indicateur N&S, lorsqu'une ligne d'affiliation mentionne plusieurs institutions, seule la première citée par le WoS est prise en compte par l'ARWU. Ceci n'est pas le cas pour l'indicateur PUB, où toutes les institutions contributrices semblent être prises en compte.

Références

- Al-Khedhairy, A. A. (2012). Saudi University Policy: King Saud Response. *Science*, 335(6072), 1040-1040. <https://doi.org/10.1126/science.335.6072.1040-b>.
- Alaşehir, O., Çakır, M. P., Acartürk, C., Baykal, N., & Akbulut, U. (2014). URAP-TR: a national ranking for Turkish universities based on academic performance. *Scientometrics*, 101(1), 159-178.
- Allen, R. M. (2017). A Comparison of China's "Ivy League" to Other Peer Groupings Through Global University Rankings. *Journal of Studies in International Education*, 21(5), 395-411. <https://doi.org/10.1177/1028315317697539>.
- ARWU12 (2012). Methodology for the computation of the HiCi indicator. <http://www.shanghairanking.com/ARWU-Methodology-2012.html>. Accessed 2015 October 19 2015.
- ARWU20 (2020). Academic Ranking of World Universities - Methodology. <http://www.shanghairanking.com/ARWU-Methodology-2020.html>. Accessed 2021 April 27 2021.
- Barats, C. (2017). Diffusion d'un classement académique en France: analyse des logiques sociales et des discours de presse sur le classement dit «de Shanghai». Habilitation à Diriger des Recherches en Sciences de l'information et de la communication, soutenue le 6 juin 2017 à l'université Paris Est Créteil. *Education et sociétés plurilingues* (43), 97-106.
- Barats, C. (2019). À propos de la médiatisation du classement de Shanghai: l'apport de l'analyse du discours. *Revue française de linguistique appliquée*, 24(1), 21-35.
- Barats, C. (2020). Dissemination of international rankings: characteristics of the media coverage of the Shanghai Ranking in the French press. *Palgrave Communications*, 6(1), 1-11.
- Barats, C., & Leblanc, J.-M. (2013). Généalogie de la co-construction médiatique du « classement de Shanghai » en France. *Corpus de presse et usages sociodiscursifs. Mots*(102). <https://doi.org/10.4000/mots.21313>.
- Billaut, J. C., Bouyssou, D., & Vincke, P. (2010). Should you believe in the Shanghai ranking: An MCDM view. *Scientometrics*, 84(1), 237-263.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *The Journal of machine Learning research*, 3, 993-1022.
- Charroin, J. (2015). The Shanghai Ranking: A diplomatic leverage tool? *Revue internationale et stratégique*, 97(1), 48-60.
- Cheng, Y., & Liu, N. C. (2008). Examining Major Rankings According to the Berlin Principles. *Higher Education in Europe*, 33(2-3), 201-208. <https://doi.org/10.1080/03797720802253686>.
- Claassen, C. (2015). Measuring university quality. *Scientometrics*, 104(3), 793-807. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1584-8>.
- Docampo, D. (2013). Reproducibility of the Shanghai academic ranking of world universities results. *Scientometrics*, 94(2), 567-587.
- Docampo, D., & Cram, L. (2013). On the Internal Dynamics of the Shanghai ranking. *Scientometrics*, accepted.. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1143-0>.
- Docampo, D., & Cram, L. (2019). Highly cited researchers: a moving target. *Scientometrics*, 118(3), 1011-1025. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2993-2>.
- Dowsett, L. (2020). Global university rankings and strategic planning: a case study of Australian institutional performance. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/1360080X.2019.1701853>.

- Espeland, W. N., Sauder, M., & Espeland, W. (2016). *Engines of anxiety: Academic rankings, reputation, and accountability*: Russell Sage Foundation.
- Fernández-Cano, A., Curiel-Marin, E., Torralbo-Rodríguez, M., & Vallejo-Ruiz, M. (2018). Questioning the Shanghai Ranking Methodology as a Tool for the Evaluation of Universities: An Integrative Review. *Scientometrics*, 116, 2069-2083. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2814-7>.
- Florian, R. V. (2007). Irreproducibility of the results of the Shanghai academic ranking of world universities. *Scientometrics*, 72(1), 25-32.
- Garde Sánchez, R., Flórez-Parra, J. M., López-Pérez, M. V., & López-Hernández, A. M. (2020). Corporate Governance and Disclosure of Information on Corporate Social Responsibility: An Analysis of the Top 200 Universities in the Shanghai Ranking. *Sustainability*, 12(4), 1549. <https://doi.org/10.3390/su12041549>.
- Hazelkorn, E. (2017). *Rankings and higher education: Reframing relationships within and between states*. Centre for Global Higher Education, Working paper no. 19.
- Holmes, R. (2013). *Watching the Rankings*: Amazon Digital Editions.
- Ioannidis, J. P., Patsopoulos, N. A., Kavvoura, F. K., Tatsioni, A., Evangelou, E., Kouri, I., et al. (2007). International ranking systems for universities and institutions: a critical appraisal. *BMC Medicine*, 5(1), 30. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-5-30>.
- IREG (2021). Berlin Principles on Ranking of Higher Education Institutions http://iregobservatory.org/en_old/berlin-principles. Accessed 2121 April 19.
- Jeremic, V., Bulajic, M., Martic, M., & Radojicic, Z. (2011). A fresh approach to evaluating the academic ranking of world universities. *Scientometrics*, 87(3), 587-596. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0361-6>.
- Lim, M. A. (2018). The building of weak expertise: the work of global university rankers. *Higher Education*, 75(3), 415-430. <https://doi.org/10.1007/s10734-017-0147-8>.
- Liu, N. C. (2009). The story of academic ranking of world universities. *International Higher Education*, 54, Winter 2009. <https://doi.org/10.6017/ihe.2009.54.8409>.
- Liu, N. C., & Cheng, Y. (2005). Academic ranking of world universities: Methodologies and problems. *Higher Education in Europe*, 30(2), 127-136. <https://doi.org/10.1080/03797720500260116>.
- Liu, N. C., Cheng, Y., & Liu, L. (2005). Academic ranking of world universities using scientometrics-A comment to the "Fatal Attraction". *Scientometrics*, 64(1), 101-109. <https://doi.org/10.1007/s11192-005-0241-z>.
- Lo, W. Y. W. (2011). Soft power, university rankings and knowledge production: distinctions between hegemony and self-determination in higher education. *Comparative Education*, 47(2), 209-222. <https://doi.org/10.1080/03050068.2011.554092>.
- Marginson, S. (2014). University Rankings and Social Science. *European Journal of Education*, 49(1), 45-59. <https://doi.org/10.1111/ejed.12061>.
- Marginson, S., & Van der Wende, M. (2007). To rank or to be ranked: The impact of global rankings in higher education. *Journal of Studies in International Education*, 11(3-4), 306-329. <https://doi.org/10.1177/1028315307303544>.
- Moed, H. F. (2017). A critical comparative analysis of five world university rankings. *Scientometrics*, 110(2), 967-990. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2212-y>.
- Rauhvargers, A. (2011). *Global University Rankings and Their Impact*. Brussels, Belgium: European University Association.

- Saisana, M., d'Hombres, B., & Saltelli, A. (2011). Ricketty numbers: Volatility of university rankings and policy implications. *Research Policy*, 40(1), 165-177.
- Salmi, J. (2009). *The challenge of establishing world-class universities*. Washington, DC: World Bank Publications.
- Sayed, O. H. (2019). Critical Treatise on University Ranking Systems. *Open Journal of Social Sciences*, 07(12), 39-51. doi:10.4236/jss.2019.712004.
- Selten, F., Neylon, C., Huang, C.-K., & Groth, P. (2020). A longitudinal analysis of university rankings. *Quantitative Science Studies*, 1(3), 1109-1135. https://doi.org/10.1162/qss_a_00052.
- Siniksaran, E., & Satman, M. H. (2020). WURS: a simulation software for university rankings—software review. *Scientometrics*, 122(1), 701-717. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03269-8>.
- Siwinski, W., Holmes, R., & Kopanska, J. (Eds.) (2021). *IREG Inventory of International University Rankings 2021*. (Warsaw: Perspektywy Education Foundation)
- Small, H. G. (1978). Cited Documents as Concept Symbols. *Social Studies of Science*, 8(3), 327-340. <https://doi.org/10.1177/030631277800800305>.
- van Raan, A. F. J. (2005). Fatal Attraction: Conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods. *Scientometrics*, 62:1, 133-143.
- Vernon, M. M., Balas, E. A., & Momani, S. (2018). Are university rankings useful to improve research? A systematic review. *Plos One*, 13(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193762>.
- Waltman, L., Calero-Medina, C., Kosten, J., Noyons, E. C. M., Tijssen, R. J. W., van Eck, N. J., et al. (2012). The Leiden ranking 2011/2012: Data collection, indicators, and interpretation. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(12), 2419-2432. <https://doi.org/10.1002/asi.22708>.
- Waltman, L., van Eck, N. J., van Leeuwen, T. N., Visser, M. S., & van Raan, A. F. J. (2011). Towards a new crown indicator: Some theoretical considerations. *Journal of Informetrics*, 5(1), 37-47, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.08.001>.
- Wu, Y., & Liu, N. C. (2017). Academic Ranking of World Universities (ARWU): Methodologies and Trends. *Research Analytics: Boosting University Productivity and Competitiveness through Scientometrics*, 95.
- Yan, E., & Ding, Y. (2012). Scholarly network similarities: How bibliographic coupling networks, citation networks, cocitation networks, topical networks, coauthorship networks, and cword networks relate to each other. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(7), 1313-1326. <https://doi.org/10.1002/asi.22680>.

Références pour les lecteurs français:

Christine Barats (2017). Diffusion d'un classement académique en France : analyse des logiques sociales et des discours de presse sur le classement dit « de Shanghai ». *Éducation et sociétés plurilingues*. <https://doi.org/10.4000/esp.1729>

Christine Barats (2019). À propos de la médiatisation du classement de Shanghai : l'apport de l'analyse du discours. *Revue française de linguistique appliquée*, 24(1), 21-35.

Jean-Charles Billaut, Denis Bouyssou & Philippe Vincke (2010). « Faut-il croire le classement de Shanghai ? », *Revue de la régulation* [En ligne], 8 | 2e semestre / Automne 2010. <https://doi.org/10.4000/regulation.9016>

Joël Bourdin (2008). Enseignement supérieur : Le défi des classements. Rapport d'information pour le Sénat n°442 (2007-2008). <https://www.senat.fr/rap/r07-442/r07-442.html>

Jean-Michel Charpin, Ghislaine Filliatreau, Pascal Aimé, Philippe Dulbecco, & Marc Foucault (2017). La prise en compte des classements internationaux dans les politiques de site. Rapport conjoint de l'Inspection Générale de l'Administration de l'éducation nationale et de la recherche (IGAENR) et de l'Inspection Générale des Finances (IGF). <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/174000670.pdf>

Fabien Éloire (2010). Le classement de Shanghai. Histoire, analyse et critique. *L'Homme & la Société*, 178, 17-38. <https://doi.org/10.3917/lhs.178.art03>

Hugo Harari-Kermadec (2019). Le classement de Shanghai : l'Université marchandisée. 168 pages. Edition Le Bord de l'Eau.

Jean-Yves Mérimod (2008). Comment l'évaluation est arrivée dans les universités françaises », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 2008/5 n° 55-4bis, p. 7-27.