

Petite encyclopédie de la science ouverte

RÉSUMÉ

Transparence de la recherche

Une enquête réalisée par Nature en 2016 a montré que **70 % des chercheurs ont échoué à reproduire une expérience réalisée par un collègue**, la moitié des personnes interrogées n'ayant même pas réussi à reproduire leur propre expérience. **Ce phénomène n'a rien de nouveau**. En 1966, on estimait que 73 % des publications en psychologie présentaient des conclusions non valides. D'après les historiens des sciences, même des expériences et des résultats scientifiques bien connus reposent sur des démonstrations impropres.

La crise de la reproductibilité a attiré comme jamais l'attention du public sur des problèmes anciens de gestion des données, de notification et de flux de travaux qui touchent également les disciplines non expérimentales. La vérifiabilité et l'accessibilité des matériels et sources primaires sont fondamentales dans les domaines tels que l'histoire, les sciences humaines ou la médecine. Au sein des disciplines impliquées dans l'élaboration de politiques et les débats sociaux, une forme de « transparence des valeurs » peut s'avérer nécessaire pour contextualiser la recherche.

Le manque de transparence des processus éditoriaux et de conservation dans les publications scientifiques affecte négativement les autres formes de transparence de la recherche, car il crée beaucoup d'incitations problématiques.

Depuis peu, la science ouverte est le cadre principal de mise en œuvre des bonnes pratiques et des normes de transparence de la recherche. Certaines initiatives communautaires, comme les lignes directrices TOP (2014), visent à intégrer des normes de transparence à tous les stades du cycle de vie de la recherche. Les principales réformes incluent la généralisation du partage des données, l'application de normes de citation étendues, le pré-enregistrement des études et des plans d'analyse, ainsi que le développement de politiques éditoriales ouvertes.

À plus grande échelle, le développement d'infrastructures de science ouverte a permis de soulager les chercheurs de certaines tâches essentielles de maintenance des données. Grâce à des infrastructures communes et interopérables, la transparence n'est pas seulement une valeur scientifique, mais un cadre déontologique concret enraciné dans le travail de recherche au quotidien.

deontologique concret enraciné dans le travail de recherche au quotidien.

Cet article est publié sur ce site web et simultanément sous la forme d'un article wikipédia mis à jour de manière indépendante.

Transparence de la recherche

Langlais, Pierre-Carl CC BY 4.0 publié le 1 juin 2024

ARTICLE

La transparence de la recherche est un aspect majeur du travail des chercheurs. Elle recouvre un certain nombre de principes et de pratiques scientifiques : reproductibilité, partage de données et de code, normes de citation et vérifiabilité.

La définition et les normes de transparence de la recherche varient considérablement selon les domaines et les disciplines. Faute de terminologie cohérente, la transparence de la recherche a souvent été définie en négatif par la mise en avant des usages non transparents (qui font partie des « pratiques de recherche douteuses »).

Après 2010, de plus en plus les problèmes méthodologiques récurrents ont été regardés comme des crises structurelles induisant des changements profonds à tous les stades du processus de recherche.

La transparence est devenue une valeur clé du mouvement de la science ouverte, initialement concentré sur l'édition avant d'englober une grande diversité de productions de la recherche. De nouvelles normes communes pour la transparence de la recherche, telles que les lignes directrices TOP (Transparency and Openness Promotion, « promotion de la transparence et de l'ouverture »), visent à bâtir et à renforcer une philosophie de la recherche ouverte à travers les disciplines et les cultures épistémiques.

Définitions

Terminologies confuses

Il n'existe pas de consensus général pour définir la transparence de la recherche.

Les différentes acceptions s'expliquent en grande partie par les disparités entre les disciplines et les cultures épistémiques. La reproduction de recherches antérieures est l'une des principales sources de désaccord. Dans le cadre expérimental, la reproduction nécessite l'usage d'installations et d'appareils identiques, alors que la réplication requiert seulement l'emploi de la même méthodologie. De leur côté, les disciplines informatiques utilisent des définitions inverses des termes « répliquabilité » et « reproductibilité ». ¹ Des taxonomies alternatives ont été proposées pour s'accommoder de l'ambiguïté entre reproductibilité, répliquabilité et répétabilité. Goodman, Fanelli et Ioannidis recommandent plutôt une distinction entre la reproductibilité des méthodes (même dispositif d'expérimentation et de calcul) et la reproductibilité des résultats (dispositif différent mais principes généraux identiques). ²

Les grands acteurs institutionnels ne s'accordent toujours pas sur la signification et l'utilisation des concepts clés. En 2019, les Académies nationales des sciences des États-Unis ont retenu la définition expérimentale de la réplication et de la reproduction, qui demeure « contradictoire avec la plus grande souplesse d'utilisation que s'autorisent [d'autres] organisations majeures ». ³ En 2016, l'Association for Computing Machinery a choisi une définition plus orientée informatique et ajouté une notion intermédiaire de répétabilité, selon laquelle une autre équipe de recherche utilise un système et une procédure de mesure strictement identiques. ⁴

Le débat sur la transparence de la recherche a également créé de nouvelles convergences entre disciplines et cercles académiques.

Dans *The Problem of science* (2021), Rufus Barker Bausell affirme que toutes les disciplines, y compris les sciences sociales, rencontrent actuellement les mêmes problèmes que la médecine et les sciences physiques : « Le problème, aujourd’hui connu sous le nom de « crise de la reproductibilité », affecte la quasi-totalité de la science, pas juste une ou deux disciplines. ». ⁵

Définitions négatives

Faute de terminologie cohérente sur la transparence de la recherche, les scientifiques, les décideurs politiques et d’autres acteurs importants utilisent de plus en plus des définitions négatives : quelles sont les pratiques et formes d’action qui perturbent ou nuisent à l’idéal commun de transparence de la recherche ?

La taxonomie des fraudes scientifiques a été progressivement élargie depuis les années 1980. Le concept de pratiques de recherche douteuses (PRD) fut introduit pour la première fois dans un rapport de 1992 du Comité des sciences, de l’ingénierie et des politiques publiques (COSEPUP) afin de remédier aux échecs potentiellement involontaires de la recherche (tels que les manquements au processus de gestion des données de recherche). ⁶

Les pratiques de recherche douteuses couvrent une vaste zone grise d’agissements problématiques souvent associés à une transparence de la recherche lacunaire. Une étude de 2016 a identifié pas moins de 34 pratiques de recherche douteuses ou « degrés de liberté » qui peuvent survenir à toutes les étapes d’un projet (l’hypothèse initiale, la méthodologie de l’étude, la collecte des données, l’analyse et la création de rapports). ⁷

Les enquêtes sur les pratiques disciplinaires ont montré de grandes différences dans l’admissibilité et la diffusion des pratiques de recherche douteuses. Si la fabrication de données et, dans une

moindre mesure, l'arrondi des indicateurs statistiques tels que la valeur p sont largement rejetés, la non-publication des résultats négatifs ou l'ajout de données supplémentaires ne sont pas considérés comme des problèmes majeurs. ⁸ ⁹

En 2009, une méta-analyse de 18 enquêtes estimait que moins de 2 % des scientifiques « admettaient avoir au moins une fois fabriqué, falsifié ou modifié des données ou des résultats ». La prévalence réelle pourrait être sous-estimée du fait de l'autodéclaration par les chercheurs : concernant « le comportement des collègues, le taux d'admission était de 14,12 % ». ¹⁰ Plus d'un tiers des personnes interrogées ayant admis les avoir utilisées au moins une fois, les pratiques de recherche douteuses sont davantage répandues. ¹¹ Une vaste enquête menée en 2021 aux Pays-Bas auprès de 6 813 personnes a révélé des estimations nettement plus élevées, 4 % des répondants s'étant livrés à la fabrication de données et plus de la moitié à des pratiques de recherche douteuses. ¹² Les taux plus élevés peuvent être attribués soit à une détérioration des normes déontologiques, soit à « une meilleure sensibilisation à l'intégrité de la recherche au cours des dernières années ». ¹³

Une nouvelle dimension de la science ouverte ?

La transparence est de plus en plus reconnue comme un élément clé de la science ouverte. Jusqu'aux années 2010, les définitions de la science ouverte portaient essentiellement sur l'accès technique et sur la participation et la collaboration accrues entre les universitaires et les non-universitaires. En 2016, Liz Lyon identifiait la transparence comme une « troisième dimension » de la science ouverte, car « le concept de transparence et le terme associé de « reproductibilité » sont toujours plus importants dans l'environnement actuel de la recherche interdisciplinaire ». ¹⁴ Selon Kevin Elliott, le mouvement de la science ouverte « englobe un certain nombre d'initiatives visant des formes de

transparence quelque peu différentes ». ¹⁵

Initialement rédigées en 2014, les lignes directrices TOP ont largement contribué à ancrer la transparence dans les mouvements de la science ouverte. ¹⁶ Elles visent à promouvoir une « culture de la recherche ouverte » et à mettre en place de « fortes incitations à la transparence ». ¹⁷ Elles s'appuient sur huit normes, avec différents niveaux de conformité. En dépit de leur modularité, les normes ont aussi pour but la mise en place d'un éthos de la science cohérent, car « elles se complètent mutuellement, puisque l'engagement en faveur d'une norme peut faciliter l'adoption des autres ». ¹⁸

Ce cadre normatif fut ensuite adopté par des contributeurs et des institutions de premier plan attentifs à la transparence de la recherche. Après 2015, les historiens des sciences n'ont pas observé de détérioration significative de la qualité de la recherche. En effet, la méthodologie de la recherche et les expériences passées n'étaient pas significativement mieux conçues auparavant, et le taux de faux ou de faux partiels est probablement resté quasi-constant au cours des dernières décennies. ¹⁹ ²⁰ Les partisans de la transparence de la recherche en sont ainsi venus à adopter plus explicitement le discours de la science ouverte : la culture de la transparence scientifique devient un nouvel idéal à atteindre plutôt qu'un principe fondamental à rétablir.

Le concept de transparence a contribué à créer des convergences entre la science ouverte et d'autres mouvements apparentés tels que les données ouvertes et le gouvernement ouvert. En 2015, l'OCDE a décrit la transparence comme une « raison d'être de la science et des données ouvertes ». ²¹

Historique

Discours et pratiques de transparence de la recherche / ouvert

Discours et pratiques de transparence de la recherche (avant 1945)

Depuis des siècles, la transparence est un critère fondamental de la recherche expérimentale.²² La réplication est venue intégrer pleinement le discours institutionnel des sciences naturelles (alors appelées « philosophie naturelle ») au XVII^e siècle.²³ Une des premières sociétés scientifiques de Florence, l'Accademia del Cimento, adopta en 1657 la devise *Provando e riprovando* (« Essayer et essayer à nouveau ») comme un appel à la « réalisation répétée d'essais expérimentaux (en public) ». ²⁴ Un membre important de l'Accademia, le naturaliste Francesco Redi, a décrit en détail les formes et avantages de l'expérimentation procédurale, qui permettait de contrôler les effets aléatoires, la solidité méthodologique de l'expérience et les relations de cause à effet au moyen d'essais répétés.²⁵ La réplication et la documentation ouverte des expériences scientifiques sont devenues des éléments clés de la diffusion des connaissances scientifiques dans la société : lorsque le taux de réussite est satisfaisant, les expériences peuvent être reproduites au sein d'espaces sociaux divers tels que les tribunaux, les places de marché ou les salons d'érudits.²⁶

Bien que la transparence ait été reconnue très tôt comme un élément clé de la science, elle n'a pas fait l'objet de définitions cohérentes. La plupart des concepts actuellement liés à la transparence de la recherche sont apparus dans un jargon disciplinaire sans définition claire ou généralisée. La notion de reproductibilité est citée pour la première fois en 1902 dans un article sur les « Méthodes d'éclairage » : l'une des techniques examinées était considérée comme limitée du point de vue de « la reproductibilité et la constance ». ²⁷ En 2019, les Académies nationales ont souligné que la distinction entre reproduction, répétition et réplication est restée très floue et disparate entre les disciplines : « Ce qu'un groupe désigne par un mot, l'autre groupe le désigne par l'autre mot. Ces termes — et d'autres

groupe le désigne par l'autre mot. Ces termes «#0212, et d'autres, comme « répétabilité » »#8212; sont depuis longtemps utilisés pour caractériser le concept général d'une expérience ou d'une étude venant confirmer les résultats d'une autre. ». ²⁸

Au-delà de ce manque de formalisation, jusqu'au XXI^e siècle un décalage important a perduré entre les discours institutionnels et disciplinaires sur la transparence et la réalité du travail de recherche. En raison du coût élevé des équipements et du manque d'incitations, la plupart des expériences n'étaient pas reproduites par les chercheurs contemporains : même un partisan convaincu de l'experimentalisme comme Robert Doyle dut se rabattre sur une forme de virtualité en décrivant en détail une méthodologie de recherche qui ne fut mise en œuvre qu'une seule fois. ²⁹ Pour Friedrich Steinle, le fossé entre la vertu postulée de la transparence et les conditions matérielles de la science n'a jamais été comblé : « Les rares tentatives concrètes de réplication sont celles indispensables au développement de la théorie (par exemple, pour réfuter une hypothèse communément admise) ou dont les perspectives économiques majeures suscitent une grande attention. La répliquabilité a beau être un idéal formel, nous ne vivons pas dans une culture de la réplication. ». ³⁰

Conditions préalables à la crise de la transparence (1945-2000)

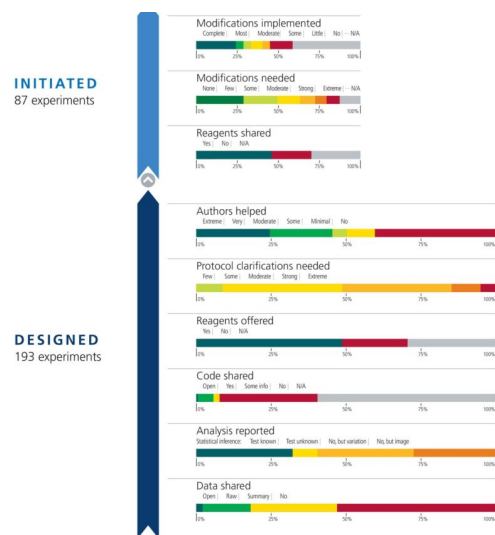
Le développement de la Big Science après la Seconde Guerre mondiale a soulevé des questions sans précédent en matière de transparence de la recherche. La généralisation des méthodes statistiques dans un grand nombre de domaines, ainsi que l'ampleur et la complexité croissantes des projets de recherche, ont suscité des inquiétudes sur l'absence de documentation adéquate du processus scientifique.

Avec la publication accrue des productions de la recherche, de nouvelles méthodes quantitatives d'étude de la littérature ont été

développées sous les appellations « méta-analyse » et « méta-science ». Cette approche présume que les résultats quantitatifs sont fiables, tout comme les détails du cadre expérimental ou observationnel (tels que la taille ou la composition de l'échantillon). En 1966, Stanley Schor et Irving Korten publièrent l'une des premières évaluations génériques des méthodes statistiques dans 67 revues médicales de premier plan. Si peu d'articles résolument fallacieux ont été relevés, « dans près de 73 % des rapports lus (ceux nécessitant une évaluation et ceux qui auraient dû être rejetés), des conclusions étaient établies sans justification valable ». ³¹

Dans les années 1970 et 1980, les fraudes scientifiques ont progressivement cessé d'être présentées comme des fautes individuelles pour être qualifiées de problèmes collectifs dont le traitement incomberait aux institutions et communautés scientifiques. Aux États-Unis entre 1979 et 1981, plusieurs cas majeurs de fraude scientifique et de plagiat ont attiré l'attention des chercheurs et des décideurs politiques. ³² Dans une enquête très médiatisée, *Betrayers of Science*, deux journalistes scientifiques ont décrit la fraude scientifique comme un problème structurel : « Alors que de plus en plus de cas de fraude ont été révélés au grand public (…) nous nous sommes demandé s'il s'agissait vraiment d'un fait anecdotique plus ou moins régulier dans le paysage scientifique (…) La logique, la réplication, l'évaluation par les pairs, tout cela a été contourné avec succès par les faussaires, souvent pendant de longues périodes. ». ³³ La principale réponse institutionnelle à cette vigilance accrue du public fut de réglementer l'intégrité de la recherche, avec « de nombreux codes de conduite spécifiques du domaine d'étude, mais aussi nationaux et internationaux ». ³⁴

Débat sur la reproductibilité/transparence (2000-2015)



Résultats du Reproducibility Project : Cancer Biology

Dans les années 2000, les problèmes de longue date en lien avec la normalisation des méthodologies de recherche étaient de plus en plus présentés comme une crise structurelle qui, « si elle n'est pas résolue, conduira inévitablement le grand public à perdre confiance dans la science ». ³⁵ Le début des années 2010 est généralement considéré comme un tournant : « Ce n'est que vers 2011-2012 que la conscience de la communauté scientifique commença à être submergée de signaux d'alerte concernant l'irreproductibilité. ». ³⁶

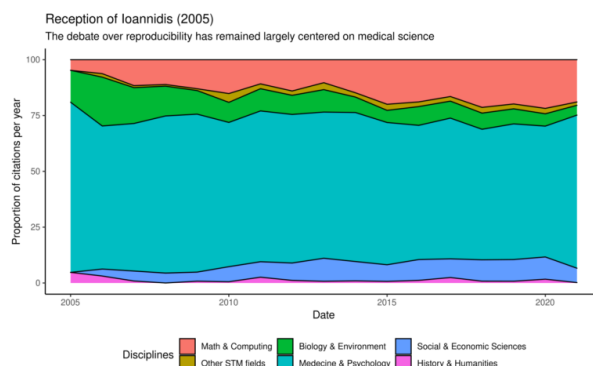
En 2005, John Ioannidis avait déjà apporté une contribution significative au débat avec une célèbre affirmation controversée : « La majorité des résultats de recherche scientifique publiés sont faux. ».

³⁷ Son argument principal était le laxisme excessif des normes d'expérimentation en vigueur, de nombreux résultats aléatoires étant présentés comme solides : « La plupart des recherches biomédicales modernes sont menées dans des domaines où la probabilité est très faible d'obtenir des résultats authentiques avant et après l'étude. ». ³⁸

Publié dans PLOS Medicine, l'article de John Ioannidis a connu un retentissement considérable en psychologie, en médecine et en biologie. Au cours des décennies suivantes, des projets de grande envergure ont tenté d'évaluer la reproductibilité expérimentale. En

envergure ont tenté d'évaluer la reproductibilité expérimentale. En 2015, le Reproducibility Project a tenté de reproduire 100 études provenant de trois grandes revues de psychologie (Journal of Personality & Social Psychology, Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, & Cognition et Psychological Science) : presque tous les articles permettaient de reproduire les résultats publiés, mais seulement 36 % des répliques étaient suffisamment significatives (valeur p supérieure au seuil courant de 0,05).³⁹ En 2021, un autre travail du Reproducibility Project a analysé 53 articles de premier plan sur le cancer publiés entre 2010 et 2012. Il en a conclu que l'effet était en moyenne 85 % inférieur aux résultats originaux.⁴⁰

Au cours des années 2010, la crise de la reproductibilité a gagné bien d'autres disciplines. Le volume annuel des citations de l'article fondateur de John Ioannidis « Why Most Published Research Findings Are False » (Pourquoi la plupart des résultats de recherche scientifique publiés sont faux) dans les principaux domaines scientifiques selon les métadonnées enregistrées par le moteur de recherche académique Semantic Scholar (6 349 entrées en juin 2022) montre combien la démonstration s'est particulièrement étendue aux sciences informatiques. En économie, une réplique de 18 études expérimentales de deux grandes revues a révélé un taux d'échec comparable à ceux de la psychologie ou de la médecine (39 %).⁴¹



Plusieurs enquêtes internationales ont révélé un malaise croissant des communautés scientifiques envers plusieurs aspects de la

transparence de la recherche, dont la reproductibilité. En 2016, Nature a signalé que « plus de 70 % des chercheurs ont essayé en vain de reproduire les expériences d'autres scientifiques, et plus de la moitié n'ont pas réussi à reproduire leurs propres expériences ». ⁴²

L'enquête a également révélé « l'absence de consensus sur ce qu'est ou devrait être la reproductibilité », en partie à cause des différences entre les disciplines, ce qui rend plus délicate l'évaluation des mesures nécessaires pour résoudre le problème. ⁴³ L'enquête de Nature fut également critiquée pour son manque paradoxal de transparence de la recherche, puisqu'elle ne se fondait pas sur un échantillon représentatif mais sur un sondage en ligne : elle s'est « appuyée sur des échantillons de convenance et d'autres choix méthodologiques qui limitent les conclusions possibles à propos des attitudes au sein de la communauté scientifique dans son ensemble ». ⁴⁴ En dépit de résultats mitigés, l'enquête de Nature fut largement diffusée et intégra les données de base de toutes les études sur la transparence de la recherche. ⁴⁵

La crise de la reproductibilité et d'autres questions liées à la transparence de la recherche sont devenues un sujet public abordé dans la presse généraliste : « Les débats sur la reproductibilité sont également uniques par rapport à d'autres discussions sur la méthodologie, car ils ont fait l'objet d'une attention soutenue dans la littérature scientifique et la presse conventionnelle. ». ⁴⁶

Transparence de la recherche et science ouverte (2015-)

Depuis 2000, le mouvement de la science ouverte dépasse le cadre de l'accès aux extraits (publications, données ou logiciels) pour englober tout le processus de production scientifique. En 2018, Vicente-Saez et Martinez-Fuentes ont tenté de cartographier la littérature scientifique anglophone indexée dans Scopus et Web of Science pour identifier les valeurs communes aux définitions standard de la science ouverte. ⁴⁷

L'accessibilité n'est plus la principale dimension de la science ouverte, car elle s'est assortie d'engagements plus récents en faveur de la transparence, du travail collaboratif et de l'impact social. ⁴⁸ Ce processus a permis à la science ouverte de se structurer de plus en plus autour d'un ensemble de principes déontologiques : « De nouvelles pratiques de science ouverte se sont développées parallèlement à des formes inédites d'organisation pour la conduite et le partage de la recherche au moyen de référentiels ouverts, de laboratoires physiques ouverts et de plateformes de recherche transdisciplinaires. Cet ensemble de pratiques et de formes d'organisation nouvelles vient enrichir l'éthos de la science dans les universités. ». ⁴⁹

L'ampleur mondiale du mouvement de la science ouverte et son intégration à de nombreux outils techniques, normes et réglementations permettent de surmonter le « problème classique de l'action collective » incarné par la transparence de la recherche : il existe un décalage structurel entre les objectifs déclarés des institutions scientifiques et le manque d'incitations à les mettre en œuvre au niveau individuel. ⁵⁰

Dans un premier temps, la formalisation de la science ouverte en tant que cadre permettant d'assurer la transparence de la recherche fut l'œuvre d'initiatives institutionnelles et communautaires. Les lignes directrices TOP élaborées en 2014 sont l'œuvre d'un comité pour la promotion de la transparence et de l'ouverture composé de « responsables disciplinaires, rédacteurs en chef de revues, représentants d'organismes de financement et experts principalement issus des sciences sociales et comportementales ». ⁵¹ Elles s'appuient sur huit normes, avec différents niveaux de conformité. En dépit de leur modularité, les normes ont aussi pour but la mise en place d'un éthos de la science cohérent, car « elles se complètent mutuellement. Puisque l'engagement en faveur d'une norme peut

faciliter l'adoption des autres ». ⁵²

Après 2015, ces initiatives ont en partie influencé les nouvelles réglementations et les codes déontologiques. Le Code de conduite européen pour l'intégrité de la recherche de 2017 s'articule en grande partie autour des concepts de science ouverte et de données ouvertes : il « accorde presque autant d'intérêt à la gestion des données qu'à la publication. En ce sens, il est le plus avancé des quatre CdC ». ⁵³ Adoptés en juillet 2020, les principes de Hong Kong pour l'évaluation des chercheurs reconnaissent la science ouverte comme l'un des cinq piliers de l'intégrité scientifique : « Il semble évident que les différentes modalités de la science ouverte doivent être récompensées dans l'évaluation des chercheurs, car ces comportements augmentent fortement la transparence, qui est un principe fondamental de l'intégrité de la recherche. ». ⁵⁴

Formes de transparence de la recherche

La transparence de la recherche revêt de multiples formes selon la culture disciplinaire, les conditions matérielles et l'interaction entre les scientifiques et les autres cercles sociaux (décideurs politiques, professionnels non universitaires, grand public). Pour Lyon, Jeng et Mattern, « le terme « transparence » a été appliqué dans plusieurs contextes par divers acteurs de la recherche, qui ont formulé et bordé le concept de différentes manières ». ⁵⁵ En 2020, Kevin Elliott a introduit une taxonomie de transparence de la recherche à huit dimensions : objectif, public, contenu, calendrier, acteurs, mécanisme, lieux et dangers. ⁵⁶ Pour K. Elliott, toutes les formes de transparence ne sont pas réalisables et souhaitables, de sorte qu'une terminologie adéquate peut aider à faire les meilleurs choix : « Bien qu'il s'agisse

d'objections importantes, la taxonomie de la transparence examinée ici laisse à penser que la meilleure réponse n'est généralement pas un abandon total de l'objectif de transparence, mais l'examen des formes de transparence qui sont les plus susceptibles de minimiser les problèmes. ». ⁵⁷

Reproductibilité des méthodes

Goodman, Fanelli et Ioannidis définissent la reproductibilité des méthodes comme « la communication de suffisamment de détails sur les procédures et les données de l'étude afin que ces mêmes procédures puissent être répétées point à point à l'échelle théorique ou pratique ». ⁵⁸ Cette acception est largement synonyme de répliquabilité en science informatique et de reproductibilité en science expérimentale. Dans le rapport des Académies nationales des sciences, qui ont opté pour la terminologie de la science expérimentale, la contrepartie de la reproductibilité des méthodes est décrite comme « l'obtention d'une cohérence des résultats de calcul utilisant les mêmes données d'entrée, les mêmes étapes de calcul, les mêmes méthodes et les mêmes codes et conditions d'analyse ». ⁵⁹

La reproductibilité des méthodes est plus accessible dans les sciences informatiques : tant qu'il se comporte comme prévu, un même code devrait produire le même résultat. L'usage de code open source, de données ouvertes et, plus récemment, d'un carnet de recherche est généralement recommandé pour améliorer la reproductibilité des méthodes. En principe, la disponibilité de toutes les productions de la recherche permet d'évaluer et d'auditer l'ensemble du processus d'analyse. En pratique, comme le soulignait déjà Roger Peng en 2011, nombre de projets nécessitent « une puissance de calcul qui n'est pas forcément à la disposition de tous les chercheurs ». ⁶⁰ Ce problème s'est aggravé dans certains domaines tels que l'intelligence artificielle ou la vision par ordinateur, car le développement de très grands

modèles d'apprentissage profond rend leur reproduction quasiment impossible (ou à un coût prohibitif), même lorsque le code et les données d'origine sont de nature ouverte. La reproductibilité des méthodes peut aussi être affectée par un phénomène de dépendance logicielle, car le code ouvert peut s'appuyer sur des programmes externes qui ne sont pas toujours disponibles ou compatibles. Deux études menées en 2018 et 2019 ont montré qu'une grande partie des carnets de recherche hébergés sur GitHub ne sont plus exploitables en raison soit de l'indisponibilité des extensions requises, soit de problèmes de code. ⁶¹ ⁶²

Dans les sciences expérimentales, il n'existe pas de critère communément admis de reproductibilité des méthodes : « En pratique, il n'y a aucun consensus sur le niveau de détail des procédures qui permettrait de qualifier une étude de « méthodologiquement reproductible ». » ⁶³

Reproductibilité des résultats

Goodman, Fanelli et Ioannidis définissent la reproductibilité des résultats comme « l'obtention de résultats identiques à partir d'une étude indépendante dont les procédures sont aussi proches que possible ». ⁶⁴ La reproductibilité des résultats est comparable à la réplication en science expérimentale et à la reproductibilité en science informatique. En grande partie, ce concept reprend la définition de la répliquabilité retenue par les Académies nationales des sciences : « Obtention de résultats cohérents dans l'ensemble des études visant à répondre à la même question scientifique, chacune ayant obtenu ses propres données. ». ⁶⁵ La crise de la reproductibilité rencontrée dans les disciplines expérimentales telles que la psychologie ou la médecine est avant tout une crise de « reproductibilité des résultats », puisqu'elle concerne des recherches impossibles à dupliquer lors de procédures simples qui obligeraient à reproduire la méthodologie expérimentale

dans un cadre indépendant. ⁶⁶ En l'occurrence, elle est probablement la forme de transparence de la recherche la plus discutée de ces dernières années. ⁶⁷

La reproductibilité des résultats est la formes de transparence de la recherche la plus difficilement atteignable. Elle recouvre des aspects variés, par exemple la reproductibilité informatique, la précision des mesures scientifiques ⁶⁸ et la diversité des approches méthodologiques ⁶⁹ . Il n'existe pas de norme universelle pour établir la similitude avec les procédures originales, et les critères peuvent varier en fonction de la discipline voire du domaine de recherche. Par conséquent, les méta-analyses sur la reproductibilité sont particulièrement complexes. Une étude menée en 2015 par Open Science Collaboration sur 100 articles de psychologie s'est heurtée à « la non-adoption d'une définition unique » ayant « ouvert la porte à une controverse sur l'approche méthodologique et les conclusions » et rendu nécessaire une « appréciation subjective » de la reproductibilité des résultats. ⁷⁰

Reproductibilité et vérifiabilité des observations

En 2018, Sabina Leonelli définit la reproductibilité des observations comme « la présomption que tout chercheur compétent placé dans les mêmes conditions de lieu et de temps obtiendra sinon les mêmes données, du moins des schémas similaires ». ⁷¹ Cette perspective recouvre un large éventail de pratiques scientifiques et universitaires dans des disciplines non expérimentales : ⁷² « Une part considérable de la recherche en médecine, en histoire et en sciences sociales ne repose pas sur l'expérimentation, mais sur des techniques d'observation telles que les enquêtes, les descriptions et les rapports de cas documentant des circonstances uniques. ». ⁷³

Le développement d'infrastructures scientifiques ouvertes a radicalement transformé le statut ainsi que la disponibilité des données

radicalement transformé le statut ainsi que la disponibilité des données scientifiques et d'autres sources primaires. L'accès à ces ressources fut profondément transformé par la numérisation et l'attribution d'identifiants uniques. Les identifiants d'objets numériques (ou DOI, de l'anglais « Digital Object Identifier ») permanents ont commencé à être attribués aux jeux de données au début des années 2000, ⁷⁴ ce qui a permis de résoudre un débat de longue date sur la citabilité des données scientifiques. ⁷⁵

Pour Andrew Moravcsik, la transparence accrue des citations de sources primaires ou de matériels de recherche est une « révolution dans la recherche qualitative ». ⁷⁶

Transparence des valeurs

Dans les disciplines très impliquées dans l'élaboration de politiques, comme les études environnementales ou les sciences sociales, la transparence des valeurs de recherche est une préoccupation majeure. En 2009, Heather Douglas soulignait que le discours public sur la science était largement dominé par des idéaux normatifs de recherche objective : avec des procédures correctement suivies, les résultats scientifiques devraient être « indépendants des valeurs ». ⁷⁷ Selon elle, cet idéal reste largement compromis par le processus effectif de recherche et de consultation scientifique, car les valeurs en place peuvent largement influencer le choix des concepts, des protocoles et des données à exploiter. ⁷⁸ Heather Douglas plaide plutôt pour la divulgation des valeurs défendues par les chercheurs : « Les valeurs, du fait de leur rôle indirect, devraient être rendues aussi explicites que possible, que ce soit dans les documents politiques ou dans les articles de recherche des scientifiques. ». ⁷⁹

Dans les années 2010, plusieurs philosophes des sciences ont tenté de systématiser la transparence des valeurs dans le contexte de la science ouverte. En 2017, Kevin Elliott a mis l'accent sur trois

conditions pour la transparence des valeurs dans la recherche, la première consistant à « être aussi transparents que possible sur (…) les données, les méthodes, les modèles et les hypothèses afin que l'influence des valeurs puisse être examinée de près ». ⁸⁰

Transparence des évaluations et éditoriale

Jusqu'aux années 2010, les pratiques éditoriales de l'édition scientifique étaient très informelles et peu étudiées : « Malgré 350 années d'édition scientifique (…), les recherches sur les instructions aux auteurs et sur leur évolution sont rares. ». ⁸¹

La transparence éditoriale a récemment été reconnue comme une extension naturelle du débat sur la reproductibilité de la recherche. ⁸²

⁸³ Plusieurs principes énoncés dans les lignes directrices TOP de 2015 impliquaient déjà l'existence de normes éditoriales explicites. ⁸⁴

Cet intérêt sans précédent pour la transparence éditoriale est également motivé par la diversification et la complexification du paysage de l'édition scientifique ouverte : « Face aux nombreuses attentes concernant les processus éditoriaux des revues, ces dernières ont commencé à expérimenter de nouvelles façons d'organiser leurs systèmes d'évaluation éditoriale et par les pairs (…) Avec l'arrivée de ces innovations dans un ensemble déjà diversifié de pratiques d'évaluation par les pairs et de choix éditoriaux, nous ne pouvons plus supposer que les auteurs, les lecteurs et les évaluateurs maîtrisent le fonctionnement de l'évaluation éditoriale. ». ⁸⁵

Transparence dès la conception : développement d'un flux de travaux ouvert

Les lignes directrices TOP ont fixé une norme transdisciplinaire de

Les lignes directrices TOP ont fixé une norme transdisciplinaire de référence pour assurer la reproductibilité des résultats dans le contexte de la science ouverte. Essentiellement focalisées sur les disciplines expérimentales et informatiques, les normes s'efforcent d'intégrer des préoccupations et des formats plus spécifiques d'autres pratiques disciplinaires (comme les matériels de recherche).

Dans un premier temps, des incitations informelles (badges, index) étaient proposées pour faire adopter des politiques harmonisées de transparence de la recherche. Avec le développement de la science ouverte, la réglementation et les infrastructures ou processus normalisés sont de plus en plus privilégiés.

Partage des productions de la recherche

Assez tôt, le partage des données fut identifié comme une importante solution potentielle à la crise de la reproductibilité et à l'absence de lignes directrices solides pour les indicateurs statistiques. D'après le postulat de John Ioannidis en 2005, « une forme d'enregistrement ou de mise en réseau des collections de données ou des investigateurs au sein de chaque domaine pourrait être plus réalisable que l'enregistrement de toutes les expériences génératrices d'hypothèses ». ⁸⁶

Le partage des productions de la recherche est traité dans trois normes des lignes directrices TOP : Transparence des données (2), Transparence des méthodes d'analyse et du code (3) et Transparence du matériel de recherche (4). La totalité des données, du code et du matériel de recherche pertinents doit être conservée dans un « site de confiance », et toutes les analyses sont à reproduire de manière indépendante avant la publication. ⁸⁷

Extension des normes de citation

Alors que les normes de citation sont communément appliquées aux

... que les normes de citation sont communément appliquées aux références universitaires, la formalisation est bien moins importante pour toutes les autres productions de la recherche, comme les données, le code, les sources primaires ou les évaluations qualitatives.

En 2012, l'American Political Science Association a adopté de nouvelles politiques en matière de recherche qualitative ouverte ⁸⁸ axées sur trois dimensions de la transparence : la transparence des données (pour les données bibliographiques précises sur les sources originales), la transparence analytique (pour les affirmations extrapolées à partir des sources citées) et la transparence de la production (pour les choix éditoriaux ayant présidé à la sélection des sources). ⁸⁹ En 2014, Andrew Moravcsik recommandait l'instauration d'une « annexe de la transparence » qui présenterait les citations détaillées des sources originales ainsi que des annotations « expliquant comment la source corrobore l'affirmation énoncée ». ⁹⁰

Selon les lignes directrices TOP, une « citation appropriée des données et du matériel » doit être fournie avec chaque publication. ⁹¹ Les productions scientifiques telles que le code ou les jeux de données sont ainsi pleinement reconnues comme des contributions citables : « La citation régulière et rigoureuse de ces éléments les fait reconnaître comme des contributions intellectuelles originales. ». ⁹²

Pré-enregistrement

Le pré-enregistrement est traité dans deux normes des lignes directrices TOP : Pré-enregistrement des études (6) et Pré-enregistrement des plans d'analyse (7). Dans les deux cas, pour un niveau de conformité maximal, la revue doit insérer un « lien et un badge dans l'article sur le respect des exigences ». ⁹³

Le pré-enregistrement a pour but de prévenir toute une série de pratiques de recherche douteuses. Il prend généralement la forme d'un « plan de recherche horodaté et non modifiable » destiné à des archives

« plan de recherche prospectif et non rétrospectif, soumis à des archives publiques [qui] énonce les hypothèses à tester et la taille des échantillons ciblés ». ⁹⁴ Le pré-enregistrement sert de contrat éthique puisqu'il limite théoriquement « le degré de liberté du chercheur qui rend possibles les PRD et le p-hacking ». ⁹⁵

Le pré-enregistrement ne résout pas tous les problèmes liés aux pratiques de recherche douteuses. En particulier, un plan de recherche prédéfini n'empêcherait pas la divulgation sélective des résultats : « Le pré-enregistrement n'éradique pas totalement le biais de publication, puisqu'il ne garantit pas la communication des valeurs obtenues. ». ⁹⁶ En outre, certains avancent que le pré-enregistrement peut, dans certains cas, nuire à la qualité des productions de la recherche en imposant des contraintes artificielles non conformes à la réalité du domaine étudié : « Le pré-enregistrement peut dénaturer la validité des déductions, car rien n'empêche un chercheur de pré-enregistrer un plan d'analyse inexact ». ⁹⁷

Présenté comme une solution relativement peu onéreuse, le pré-enregistrement peut néanmoins s'avérer plus difficile à mettre en œuvre puisqu'il exige des chercheurs un engagement important. Une étude empirique sur le recours aux expériences de science ouverte dans une revue de psychologie a montré qu'« entre 2015 et 2020, l'adoption du pré-enregistrement [était] en retard par rapport à d'autres pratiques de science ouverte ». ⁹⁸ Par conséquent, « même parmi les chercheurs qui voient les bienfaits du pré-enregistrement à l'échelle de leur domaine, il reste des incertitudes quant aux coûts et aux avantages au niveau individuel ». ⁹⁹

Études de réplication

Les études de réplication ou « évaluations de la réplicabilité » visent à reproduire une ou plusieurs études originales. Bien que le concept ne soit apparu que dans les années 2010, les études de réplication

existent depuis des décennies sans bénéficier d'une reconnaissance explicite.¹⁰⁰ Le rapport 2019 des Académies nationales comprenait une méta-analyse de 25 réplifications publiées entre 1986 et 2019. Il observait que la majorité des réplifications concernent les sciences médicales et sociales (en particulier la psychologie et l'économie comportementale) et qu'à cette époque il n'existait pas de critères d'évaluation normalisés : « Les méthodes d'évaluation de la répliquabilité ne sont pas uniformes et les pourcentages exprimés dépendent fortement de la méthode employée. ». ¹⁰¹ Par conséquent, au moins en 2019, les études de réplification ne pouvaient pas être agrégées pour extrapoler un taux de répliquabilité : elles « n'indiqu[ai]ent pas nécessairement le taux réel de non-répliquabilité dans la science ».

102

Les lignes directrices TOP ont appelé à une reconnaissance et une valorisation accrues des études de réplification. La huitième norme stipule que les revues conformes doivent utiliser les « rapports enregistrés comme option de soumission pour les études de réplification avec évaluation par les pairs ». ¹⁰³

Politiques éditoriales ouvertes

En juillet 2018, plusieurs éditeurs, bibliothécaires, rédacteurs en chef de revues et chercheurs ont rédigé la Déclaration de Leyde pour des politiques éditoriales transparentes. ¹⁰⁴ Le texte souligne que les revues « ne contiennent souvent aucune information sur le choix des évaluateurs, les critères d'évaluation, le degré d'insu, l'usage d'outils numériques tels que les vérificateurs de similitude de texte, ainsi que les politiques de correction et de rétractation », ce qui nuit à la transparence. ¹⁰⁵ La déclaration identifie quatre grandes phases de publication et d'évaluation par les pairs qui mériteraient d'être mieux documentées :

- À la soumission : détails sur la gouvernance de la revue, sa portée, son comité de

rédaction et ses taux de rejet. 106

- À l'évaluation : critères de sélection, calendrier d'évaluation et modèle d'évaluation par les pairs (double insu, simple insu, ouvert). 107
- À la publication : divulgation des « rôles dans le processus d'évaluation ». 108
- Après la publication : « critères et procédures de correction, d'expression des préoccupations et de rétractation » et autres changements. 109

En 2020, la Déclaration de Leyde fut élargie et complétée par la PREP (« Platform for Responsible Editorial Policies », plateforme de politiques éditoriales responsables). 110 Cette initiative entend également remédier à la pénurie structurelle de données et d'informations empiriques sur les politiques éditoriales et les pratiques d'évaluation par les pairs. 111 112 En 2022, la PREP contenait des informations partiellement issues de la production participative sur les procédures éditoriales de 490 revues 113 à partir d'une base initiale de 353 revues. 114 Les procédures évaluées comprenaient « le degré d'anonymat accordé aux auteurs et évaluateurs, l'usage d'outils numériques tels que les vérificateurs de plagiat et le calendrier de l'évaluation par les pairs dans les processus de recherche et de publication ». 115 En dépit de ces évolutions, la recherche sur les politiques éditoriales continue de rappeler la nécessité d'une « base de données exhaustive qui permettrait aux auteurs ou à d'autres parties prenantes de comparer les revues en fonction de leurs (…) exigences ou recommandations ». 116

Plan

Définitions

- Terminologies confuses
- Définitions négatives

- Une nouvelle dimension de la science ouverte ?

Historique

- Discours et pratiques de transparence de la recherche (avant 1945)
- Conditions préalables à la crise de la transparence (1945-2000)
- Débat sur la reproductibilité/transparence (2000-2015)
- Transparence de la recherche et science ouverte (2015-)

Formes de transparence de la recherche

- Reproductibilité des méthodes
- Reproductibilité des résultats
- Reproductibilité et vérifiabilité des observations
- Transparence des valeurs
- Transparence des évaluations et éditoriale

Transparence dès la conception : développement d'un flux de travaux ouvert

- Partage des productions de la recherche
- Extension des normes de citation
- Pré-enregistrement
- Études de réplication
- Politiques éditoriales ouvertes

Notes

1. Plesser 2018, p. 1-2.
2. Goodman, Fanelli & Ioannidis 2016, p. 2.
3. Nelson et al. 2021, p. 45.
4. Plesser 2018, p. 2.
5. Bausell 2021, p. 1.

- - - - -

6. Pimple 2002, p. 202.
7. Wicherts et al. 2016.
8. John, Loewenstein & Prelec 2012.
9. Fraser et al. 2018.
10. Fanelli 2009.
11. Fanelli 2009.
12. Gopalakrishna et al. 2021.
13. Gopalakrishna et al. 2021, p. 5.
14. Lyon 2016, p. 160.
15. Elliott 2020, p. 2.
16. Nosek et al. 2015, p. 1423.
17. Nosek et al. 2015, p. 1422-1423.
18. Nosek et al. 2015, p. 1423.
19. Steinle 2016.
20. Fanelli 2018.
21. Lyon, Jeng & Mattern 2017, p. 47.
22. Steinle 2016, p. 44.
23. Schickore 2011.
24. Schickore 2011, p. 330.
25. Schickore 2011, p. 332.
26. Steinle 2016, p. 45.
27. Bell 1902, p. 15.
28. National Academies 2019, p. 46.
29. Shapin & Schaffer 2011, p. 60 sq.

-- --

30. Steinle 2016, p. 56.
31. Schor & Karten 1966, p. 148.
32. Löppönen & Vuorio 2013, p. 3.
33. Broad & Wade 1983, p. 8.
34. Laine 2018, p. 49.
35. Drummond 2018, p. 2.
36. Bausell 2021, p. 10.
37. Ioannidis 2005.
38. Ioannidis 2005, p. 700.
39. Open Science Collaboration 2015.
40. Reproducibility Project: Cancer Biology. www.cos.io. Center for Open Science. Consultation le 19 janvier 2022.
41. Camerer et al. 2016.
42. Baker 2016.
43. Baker 2016.
44. National Academies 2019, p. 83.
45. Bausell 2021, p. 128.
46. Nelson et al. 2021, p. 1-2.
47. Vicente-Saez & Martinez-Fuentes 2018.
48. Vicente-Saez & Martinez-Fuentes 2018, p. 2.
49. Vicente-Saez, Gustafsson & Van den Brande 2020, p. 1.
50. Nosek et al. 2015, p. 1423.
51. Nosek et al. 2015, p. 1423.
52. Nosek et al. 2015, p. 1423.
53. Laine 2018, p. 65.

54. Moher et al. 2020, p. 6.
55. Lyon, Jeng & Mattern 2017, p. 47.
56. Elliott 2020, p. 6.
57. Elliott 2020, p. 8-9.
58. Goodman, Fanelli & Ioannidis 2016, p. 2.
59. National Academies 2019, p. 46.
60. Peng 2011.
61. Rule, Tabard & Hollan 2018.
62. Pimentel et al. 2019.
63. Goodman, Fanelli & Ioannidis 2016, p. 2.
64. Goodman, Fanelli & Ioannidis 2016, p. 2.
65. National Academies 2019, p. 46.
66. National Academies 2019, p. 46.
67. Elliott 2020, p. 2.
68. National Academies 2019, p. 46.
69. National Academies 2019, p. 51.
70. Goodman, Fanelli & Ioannidis 2016, p. 4.
71. Leonelli 2018, p. 137.
72. Devezer et al. 2021.
73. Leonelli 2018, p. 137.
74. Brase 2004.
75. Crosas 2014, p. 63.
76. Moravcsik 2014, p. 48.
77. Douglas 2009, p. 175.

78. Douglas 2009, p. 87 sq.
79. Douglas 2009, p. 176.
80. Elliott 2017, p. X.
81. Malički et al. 2021, p. 2.
82. Horbach, Hepkema & Halffman 2020a, p. 2.
83. Justman 2019.
84. Nosek et al. 2015.
85. Horbach, Hepkema & Halffman 2020a, p. 2.
86. Ioannidis 2005, p. 701.
87. Nosek et al. 2015, p. 1424.
88. Lupia & Elman 2014.
89. Moravcsik 2014, p. 48-49.
90. Moravcsik 2014, p. 50.
91. Nosek et al. 2015, p. 1424.
92. Nosek et al. 2015, p. 1424.
93. Nosek et al. 2015, p. 1424.
94. Romero 2019, p. 8.
95. Romero 2019, p. 8.
96. Romero 2019, p. 9.
97. Devezer et al. 2021, p. 16.
98. Logg & Dorison 2021, p. 26.
99. Logg & Dorison 2021, p. 26.
100. National Academies 2019, p. 77.
101. National Academies 2019, p. 77.

102. National Academies 2019, p. 77.
103. Nosek et al. 2015, p. 1424.
104. Radboud and Leiden transparency declaration 2019.
105. Radboud and Leiden transparency declaration 2019.
106. Radboud and Leiden transparency declaration 2019.
107. Radboud and Leiden transparency declaration 2019.
108. Radboud and Leiden transparency declaration 2019.
109. Radboud and Leiden transparency declaration 2019.
110. Horbach, Hepkema & Halffman 2020a, p. 1.
111. Horbach, Hepkema & Halffman 2020a, p. 2.
112. Squazzoni et al. 2020.
113. ResponsibleJournals.org.
114. Horbach, Hepkema & Halffman 2020a, p. 4.
115. Horbach, Hepkema & Halffman 2020b.
116. Malički et al. 2021, p. 9.

Standards & declaration

- Nosek, B. A.; Alter, G.; Banks, G. C.; Borsboom, D.; Bowman, S. D.; Breckler, S. J.; Buck, S.; Chambers, C. D.; Chin, G.; Christensen, G.; Contestabile, M.; Dafoe, A.; Eich, E.; Freese, J.; Glennerster, R.; Goroff, D.; Green, D. P.; Hesse, B.; Humphreys, M.; Ishiyama, J.; Karlanflup, D.; Kraut, A.; Lupia, A.; Mabry, P.; Madon, T.; Malhotra, N.; Mayo-Wilson, E.; McNutt, M.; Miguel, E.; Paluck, E. Levy; Simonsohn, U.; Soderberg, C.; Spellman, B. A.; Turitto, J.; VandenBos, G.; Vazire, S.; Wagenmakers, E. J.; Wilson, R.; Yarkoni, T. (2015-06-26). « Promoting an open research culture [TOP Guidelines] ». *Science*. **348** (6242): 1422–1425. doi:[10.1126/science.aab2374](https://doi.org/10.1126/science.aab2374). ISSN [0036-8075](#). PMC [4550299](#). PMID [26113702](#).

- *Radboud and Leiden transparency declaration*. Leiden University. 2019. Retrieved 2022-09-10.

Report

- *Reproducibility and Replicability in Science* (Report). 2019-09-20. ISBN 978-0-309-48619-4.

Book & thesis

- Broad, William J.; Wade, Nicholas (1983). *Betrayers of the Truth*. Simon and Schuster. ISBN 978-0-671-44769-4.
- Douglas, Heather (2009-07-15). *Science, Policy, and the Value-Free Ideal*. University of Pittsburgh Pre. ISBN 978-0-8229-7357-7.
- Shapin, Steven; Schaffer, Simon (2011-08-15). *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*. Princeton University Press. ISBN 978-1-4008-3849-3.
- Elliott, Kevin C.; Steel, Daniel (2017-03-27). *Current Controversies in Values and Science*. Taylor & Francis. ISBN 978-1-317-27399-8.
- Elliott, Kevin Christopher (2017). *A Tapestry of Values: An Introduction to Values in Science*. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-026081-1.
- Pimple, Kenneth D. (2017-05-15). *Research Ethics*. Routledge. ISBN 978-1-351-90400-1.
- Bausell, R. Barker (2021-01-26). *The Problem with Science: The Reproducibility Crisis and What to do About It*. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-753654-4.
- Grahe, Jon (2021-08-30). *A Journey into Open Science and Research Transparency in Psychology*. Routledge. ISBN 978-1-00-043049-3.

Academic articles

- Bell, Louis (January 1902). « *Methods of Illumination* ». *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*. **XIX**: 1–27. doi:10.1109/T-AIEE.1902.4763952. ISSN 2330-9431. S2CID 51639145.
- Schor, Stanley; Karten, Irving (1966-03-28). « *Statistical Evaluation of Medical Journal Manuscripts* ». *JAMA*. **195** (13): 1123–1128. doi:10.1001/jama.1966.03100130097026. ISSN 0098-7484. PMID 5952081. Retrieved 2020-02-11.
- Pimple, Kenneth D. (2002-06-01). « *Six domains of research ethics* ». *Science and Engineering Ethics*. **8** (2): 191–205. doi:10.1007/s11948-002-0018-1. ISSN 1471-5546. PMID 12092490. S2CID 25084326. Retrieved 2022-02-19.

- Brase, Jan (2004). « Using Digital Library Techniques – Registration of Scientific Primary Data ». In Rachel Heery, Liz Lyon (ed.). *Research and Advanced Technology for Digital Libraries*. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer. pp. 488–494. [doi:10.1007/978-3-540-30230-8_44](https://doi.org/10.1007/978-3-540-30230-8_44). ISBN 978-3-540-30230-8.
- Ioannidis, John P. A. (2005). « Why Most Published Research Findings Are False ». *PLOS Medicine*. **2** (8): –124. [doi:10.1371/journal.pmed.0020124](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124). ISSN 1549-1676. PMC 1182327. PMID 16060722.
- Hubbard, Raymond; Lindsay, R. Murray (2008-02-01). « Why P Values Are Not a Useful Measure of Evidence in Statistical Significance Testing ». *Theory & Psychology*. **18**: 69–88. [doi:10.1177/0959354307086923](https://doi.org/10.1177/0959354307086923). S2CID 143487211. Retrieved 2020-02-11.
- Fanelli, Daniele (2009). « How Many Scientists Fabricate and Falsify Research? A Systematic Review and Meta-Analysis of Survey Data ». *PLOS ONE*. **4** (5): –5738. [doi:10.1371/journal.pone.0005738](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005738). ISSN 1932-6203. PMID 19478950.
- Schickore, Jutta (2011). « The Significance of Re-Doing Experiments: A Contribution to Historically Informed Methodology ». *Erkenntnis* (1975-). **75** (3): 325–347. [doi:10.1007/s10670-011-9332-9](https://doi.org/10.1007/s10670-011-9332-9). ISSN 0165-0106. JSTOR 41476727. S2CID 146243575. Retrieved 2022-06-12.
- Peng, Roger D. (2011-12-02). « Reproducible research in computational science ». *Science (New York, N.Y.)*. **334** (6060): 1226–1227. [doi:10.1126/science.1213847](https://doi.org/10.1126/science.1213847). ISSN 1095-9203. PMC 3383002. PMID 22144613.
- John, Leslie K.; Loewenstein, George; Prelec, Drazen (2012-04-16). « Measuring the Prevalence of Questionable Research Practices With Incentives for Truth Telling ». *Psychological Science*. **23** (5): 524–532. [doi:10.1177/0956797611430953](https://doi.org/10.1177/0956797611430953). PMID 22508865. S2CID 8400625. Retrieved 2020-02-12.
- Löppönen, Paavo; Vuorio, Eero (2013-02-21). « Tutkimusetiikka Suomessa 1980-luvulta tähän päivään ». *Tieteessä tapahtuu*. **31** (1). ISSN 1239-6540. Retrieved 2022-02-12.
- Moravcsik, Andrew (2014). « Transparency: The Revolution in Qualitative Research ». *PS: Political Science & Politics*. **47** (1): 48–53. [doi:10.1017/S1049096513001789](https://doi.org/10.1017/S1049096513001789). ISSN 1049-0965. S2CID 14202765. Retrieved 2022-06-13.
- Lupia, Arthur; Elman, Colin (2014). « Openness in Political Science: Data Access and Research Transparency: Introduction ». *PS: Political Science & Politics*. **47** (1): 19–42. [doi:10.1017/S1049096513001716](https://doi.org/10.1017/S1049096513001716). ISSN 1049-0965. S2CID 154301281. Retrieved 2022-06-13.
- Crosas, Mercè (2014-05-26). « The Evolution of Data Citation: From Principles to Implementation ». *IASSIST Quarterly*. **37** (1–4): 62. [doi:10.29173/iq504](https://doi.org/10.29173/iq504). ISSN 0739-1137. Retrieved 2022-05-15.
- Head, Megan L.; Holman, Luke; Lanfear, Rob; Kahn, Andrew T.; Jennions, Michael D. (2015-03-13). « The Extent and Consequences of P-Hacking in Science ». *PLOS Biology*. **13** (3): –1002106. [doi:10.1371/journal.pbio.1002106](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002106). ISSN 1545-7885.

[PMC 4359000](#). [PMID 25768323](#).

- Elliott, Kevin C.; Resnik, David B. (2015-01-01). « [Scientific Reproducibility, Human Error, and Public Policy](#) ». *BioScience*. **65** (1): 5–6. [doi:10.1093/biosci/biu197](#). [ISSN 0006-3568](#). [PMC 4776714](#). [PMID 26955072](#). Retrieved 2022-06-12.
- Open Science Collaboration (August 2015). « [PSYCHOLOGY. Estimating the reproducibility of psychological science](#) ». *Science*. **349** (6251): aac4716. [doi:10.1126/science.aac4716](#). [hdl:10722/230596](#). [PMID 26315443](#). [S2CID 218065162](#).
- Ioannidis, John P. A.; Fanelli, Daniele; Dunne, Debbie Drake; Goodman, Steven N. (2015-10-02). « [Meta-research: Evaluation and Improvement of Research Methods and Practices](#) ». *PLOS Biology*. **13** (10): e1002264. [doi:10.1371/journal.pbio.1002264](#). [ISSN 1544-9173](#). [PMC 4592065](#). [PMID 26431313](#).
- Wicherts, Jelte M.; Veldkamp, Coosje L. S.; Augusteijn, Hilde E. M.; Bakker, Marjan; van Aert, Robbie C. M.; van Assen, Marcel A. L. M. (2016). « [Degrees of Freedom in Planning, Running, Analyzing, and Reporting Psychological Studies: A Checklist to Avoid p-Hacking](#) ». *Frontiers in Psychology*. **7**: 1832. [doi:10.3389/fpsyg.2016.01832](#). [ISSN 1664-1078](#). [PMC 5122713](#). [PMID 27933012](#).
- Camerer CF, Dreber A, Forsell E, Ho TH, Huber J, Johannesson M, et al. (March 2016). « [Evaluating replicability of laboratory experiments in economics](#) ». *Science*. **351** (6280): 1433–1436. [Bibcode:2016Sci...351.1433C](#). [doi:10.1126/science.aaf0918](#). [PMID 26940865](#).
- Wicherts, Jelte M.; Veldkamp, Coosje L. S.; Augusteijn, Hilde E. M.; Bakker, Marjan; van Aert, Robbie C. M.; van Assen, Marcel A. L. M. (2016). « [Degrees of Freedom in Planning, Running, Analyzing, and Reporting Psychological Studies: A Checklist to Avoid p-Hacking](#) ». *Frontiers in Psychology*. **7**. [doi:10.3389/fpsyg.2016.01832](#). [ISSN 1664-1078](#).
- Lyon, Liz (2016-06-23). « [Transparency: the emerging third dimension of Open Science and Open Data](#) ». *LIBER Quarterly: The Journal of the Association of European Research Libraries*. **25** (4): 153–171. [doi:10.18352/lq.10113](#). [ISSN 2213-056X](#). [S2CID 155715556](#). Retrieved 2022-02-18.
- Goodman, Steven N.; Fanelli, Daniele; Ioannidis, John P. A. (2016-06-01). « [What does research reproducibility mean?](#) ». *Science Translational Medicine*. **8** (341): 341–12. [doi:10.1126/scitranslmed.aaf5027](#). [ISSN 1946-6242](#). [PMID 27252173](#). [S2CID 848096](#).
- Aguinis, Herman; Cascio, Wayne F.; Ramani, Ravi S. (2017-08-01). « [Science's reproducibility and replicability crisis: International business is not immune](#) ». *Journal of International Business Studies*. **48** (6): 653–663. [doi:10.1057/s41267-017-0081-0](#). [ISSN 1478-6990](#). [S2CID 49226080](#). Retrieved 2020-02-10.
- Lyon, Liz; Jeng, Wei; Mattern, Eleanor (2017-09-16). « [Research Transparency: A Preliminary Study of Disciplinary Conceptualisation, Drivers, Tools and Support Services](#) ». *International Journal of Digital Curation*. **12** (1): 46–64. [doi:10.2218/](#)

- [ijdc.v12i1.530](#). [ISSN 1746-8256](#). Retrieved 2022-06-10.
- Munafò, Marcus; Nosek, Brian; Bishop, Dorothy; Button, Katherine; Chambers, Christopher; Percie du Sert, Nathalie; Simonsohn, Uri; Wagenmakers, Eric-Jan; Ware, Jennifer; Ioannidis, John (2017-01-10). « [A manifesto for reproducible science](#) ». *Nature Human Behaviour*. **1**: 0021. [doi:10.1038/s41562-016-0021](#). [PMC 7610724](#). [PMID 33954258](#).
 - Drummond, Chris (2018-01-02). « [Reproducible research: a minority opinion](#) ». *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*. **30** (1): 1–11. [doi:10.1080/0952813X.2017.1413140](#). [ISSN 0952-813X](#). [S2CID 46838834](#). Retrieved 2020-02-12.
 - Vicente-Saez, Ruben; Martinez-Fuentes, Clara (2018-07-01). « [Open Science now: A systematic literature review for an integrated definition](#) ». *Journal of Business Research*. **88**: 428–436. [doi:10.1016/j.jbusres.2017.12.043](#). [ISSN 0148-2963](#). [S2CID 158229869](#). Retrieved 2021-11-11.
 - Redish, A. David; Kummerfeld, Erich; Morris, Rebecca Lea; Love, Alan C. (2018-05-15). « [Reproducibility failures are essential to scientific inquiry](#) ». *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **115** (20): 5042–5046. [doi:10.1073/pnas.1806370115](#).
 - Fanelli, Daniele (2018-03-13). « [Opinion: Is science really facing a reproducibility crisis, and do we need it to?](#) ». *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **115** (11): 2628–2631. [doi:10.1073/pnas.1708272114](#). [ISSN 1091-6490](#) 0027-8424, 1091-6490. [PMC 5856498](#). [PMID 29531051](#). `{{cite journal}}: Check |issn= value (help)`
 - Plesser, Hans E. (2018-01-18). « [Reproducibility vs. Replicability: A Brief History of a Confused Terminology](#) ». *Frontiers in Neuroinformatics*. **11**: 76. [doi:10.3389/fninf.2017.00076](#). [ISSN 1662-5196](#). [PMC 5778115](#). [PMID 29403370](#).
 - Fraser, Hannah; Parker, Tim; Nakagawa, Shinichi; Barnett, Ashley; Fidler, Fiona (2018). « [Questionable research practices in ecology and evolution](#) ». *PLOS ONE*. **13** (7): –0200303. [doi:10.1371/journal.pone.0200303](#). [ISSN 1932-6203](#). [PMC 6047784](#). [PMID 30011289](#). `{{cite journal}}: Unknown parameter | doi= ignored (help)`
 - Laine, Heidi (2018-12-31). « [Open science and codes of conduct on research integrity](#) ». *Informaatitutkimus*. **37** (4). [doi:10.23978/inf.77414](#). [ISSN 1797-9129](#). [S2CID 115161422](#). Retrieved 2021-11-11.
 - Peels, Rik; Bouter, Lex (2018-08-07). « [The possibility and desirability of replication in the humanities](#) ». *Palgrave Communications*. **4** (1): 1–4. [doi:10.1057/s41599-018-0149-x](#). [ISSN 2055-1045](#). [S2CID 51935690](#). Retrieved 2022-09-10.
 - Fraser, Hannah; Parker, Tim; Nakagawa, Shinichi; Barnett, Ashley; Fidler, Fiona (2018). « [Questionable research practices in ecology and evolution](#) ». *PLOS ONE*. **13** (7): –0200303. [doi:10.1371/journal.pone.0200303](#). [ISSN 1932-6203](#). [PMC 6047784](#). [PMID 30011289](#).

- MacCoun, Robert (2019-08-06). « p-Hacking: A Strategic Analysis ». Rochester, NY: Social Science Research Network. [SSRN 3433221](#). Retrieved 2020-02-10. `{{cite journal}}: Cite journal requires |journal= (help)`
- Romero, Felipe (2019). « Philosophy of science and the replicability crisis ». *Philosophy Compass*. **14** (11): –12633. doi:[10.1111/phc3.12633](#). ISSN [1747-9991](#). S2CID [202261836](#). Retrieved 2022-09-10.
- Justman, Quincey (2019). « A Necessary Complement to Transparent Peer Review: Editorial Transparency ». *Cell Systems*. **9** (1): 1–2. doi:[10.1016/j.cels.2019.07.002](#). ISSN [2405-4712](#). PMID [31344358](#). S2CID [198912667](#). Retrieved 2022-09-10.
- Murphy, P. Karen; Dowd, Alicia C.; Lloyd, Gwendolyn M.; List, Alexandra (2020-02-01). « Transparency in Literature Syntheses and Editorial Review: Introducing the Methodological Guidance Paper Series ». *Review of Educational Research*. **90** (1): 3–5. doi:[10.3102/0034654319901128](#). ISSN [0034-6543](#). S2CID [214414648](#). Retrieved 2022-09-10.
- Horbach, Serge P.J.M.; Hepkema, Wytse M.; Halfman, Willem (2020). « The Platform for Responsible Editorial Policies: An initiative to foster editorial transparency in scholarly publishing ». *Learned Publishing*. **33** (3): 340–344. doi:[10.1002/leap.1312](#). ISSN [0953-1513](#). S2CID [219740617](#). Retrieved 2022-09-10.
- Vicente-Saez, Ruben; Gustafsson, Robin; Van den Brande, Lieve (2020-07-01). « The dawn of an open exploration era: Emergent principles and practices of open science and innovation of university research teams in a digital world ». *Technological Forecasting and Social Change*. **156**: 120037. doi:[10.1016/j.techfore.2020.120037](#). ISSN [0040-1625](#). S2CID [216442567](#). Retrieved 2022-04-18.
- Horbach, Serge; Hepkema, Wytse; Halfman, Willem (2020-06-02). « Hundreds of journals' editorial practices captured in database ». *Nature*. **582** (7810): 32. doi:[10.1038/d41586-020-01628-7](#). PMID [32488161](#). S2CID [219175762](#). Retrieved 2022-09-10.
- Moher, David; Bouter, Lex; Kleinert, Sabine; Glasziou, Paul; Sham, Mai Har; Barbour, Virginia; Coriat, Anne-Marie; Foeger, Nicole; Dirnagl, Ulrich (2020). « The Hong Kong Principles for assessing researchers: Fostering research integrity ». *PLOS Biology*. **18** (7): –3000737. doi:[10.1371/journal.pbio.3000737](#). ISSN [1545-7885](#). S2CID [220609403](#). Retrieved 2021-11-11.
- Elliott, Kevin C. (2020-06-16). « A Taxonomy of Transparency in Science ». *Canadian Journal of Philosophy*. **52** (3): 342–355. doi:[10.1017/can.2020.21](#). ISSN [0045-5091](#). S2CID [225695820](#). Retrieved 2022-06-12.
- Squazzoni, Flaminio; Ahrweiler, Petra; Barros, Tiago; Bianchi, Federico; Birukou, Aliaksandr; Blom, Harry J. J.; Bravo, Giangiacomo; Cowley, Stephen; Dignum, Virginia; Dondio, Pierpaolo; Grimaldo, Francisco; Haire, Lynsey; Hoyt, Jason; Hurst, Phil; Lammey, Rachael; MacCallum, Catriona; Marušić, Ana; Mehmani, Bahar; Murray, Hollidawn; Nicholas, Duncan; Pedrazzi, Giorgio; Puebla, Iratxe; Rodgers, Peter; Ross,

- Monaghan, Nicholas; Duncan, Fabrizio; Giorgio, Paolo; Hake, Rogers; Peter, Ross Hellauer, Tony; Seeber, Marco; Shankar, Kalpana; Van Rossum, Joris; Willis, Michael (2020). « Unlock ways to share data on peer review ». *Nature*. **578** (7796): 512–514. doi:[10.1038/d41586-020-00500-y](https://doi.org/10.1038/d41586-020-00500-y). PMID [32099126](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32099126/). S2CID [211265856](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/211265856/). Retrieved 2022-09-10.
- Malički, Mario; Jerončić, Ana; Aalbersberg, IJsbrand Jan; Bouter, Lex; ter Riet, Gerben (2021-10-05). « Systematic review and meta-analyses of studies analysing instructions to authors from 1987 to 2017 ». *Nature Communications*. **12** (1): 5840. doi:[10.1038/s41467-021-26027-y](https://doi.org/10.1038/s41467-021-26027-y). ISSN [2041-1723](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2041-1723/). PMC [8492806](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8492806/). PMID [34611157](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34611157/).
- Brock, Theo C. M.; Elliott, Kevin C.; Gladbach, Anja; Moermond, Caroline; Romeis, Jörg; Seiler, Thomas-Benjamin; Solomon, Keith; Peter Dohmen, G. (November 2021). « Open Science in regulatory environmental risk assessment ». *Integrated Environmental Assessment and Management*. **17** (6): 1229–1242. doi:[10.1002/ieam.4433](https://doi.org/10.1002/ieam.4433). ISSN [1551-3777](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1551-3777/). PMC [8596791](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8596791/). PMID [33913617](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33913617/).
- Logg, Jennifer M.; Dorison, Charles A. (2021). « Pre-registration: Weighing costs and benefits for researchers ». *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. **167**: 18–27. doi:[10.1016/j.obhdp.2021.05.006](https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2021.05.006). ISSN [0749-5978](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/0749-5978/). Retrieved 2022-09-10.
- Nelson, Nicole C.; Ichikawa, Kelsey; Chung, Julie; Malik, Momin M. (2021). « Mapping the discursive dimensions of the reproducibility crisis: A mixed methods analysis ». *PLOS ONE*. **16** (7): –0254090. doi:[10.1371/journal.pone.0254090](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254090). ISSN [1932-6203](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1932-6203/). PMC [8270481](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8270481/). PMID [34242331](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34242331/).
- Gopalakrishna, Gowri; Riet, Gerben ter; Vink, Gerko; Stoop, Ineke; Wicherts, Jelte; Bouter, Lex (2021-07-06). *Prevalence of questionable research practices, research misconduct and their potential explanatory factors: a survey among academic researchers in The Netherlands*. MetaArXiv. Retrieved 2022-02-18.
- Devezer, Berna; Navarro, Danielle J.; Vandekerckhove, Joachim; Ozge Buzbas, Erkan (2021-03-31). « The case for formal methodology in scientific reform ». *Royal Society Open Science*. **8** (3): 200805. doi:[10.1098/rsos.200805](https://doi.org/10.1098/rsos.200805). ISSN [2054-5703](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2054-5703/). PMC [8101540](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8101540/). PMID [34035933](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34035933/).
- Hudson, Robert (2021-09-01). « Should We Strive to Make Science Bias-Free? A Philosophical Assessment of the Reproducibility Crisis ». *Journal for General Philosophy of Science*. **52** (3): 389–405. doi:[10.1007/s10838-020-09548-w](https://doi.org/10.1007/s10838-020-09548-w). ISSN [1572-8587](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1572-8587/). PMC [8550477](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8550477/). PMID [34720421](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34720421/). Retrieved 2022-06-12.
- Nelson, Nicole C.; Ichikawa, Kelsey; Chung, Julie; Malik, Momin M. (2021). « Mapping the discursive dimensions of the reproducibility crisis: A mixed methods analysis ». *PLOS ONE*. **16** (7): –0254090. doi:[10.1371/journal.pone.0254090](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254090). ISSN [1932-6203](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1932-6203/). PMC [8270481](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8270481/). PMID [34242331](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34242331/).
- Elliott, Kevin (2022). « Open Science for Non-Specialists: Making Open Science Meaningful Outside the Scientific Community ». *Philosophy of Science*. **89** (5): 21.
- Haig, Brian D. (2022-06-01). « Understanding Replication in a Way That Is True to

- Haig, Brian D. (2022-06-01). « Understanding Replication in a way that is true to Science ». *Review of General Psychology*. **26** (2): 224–240. doi:[10.1177/10892680211046514](https://doi.org/10.1177/10892680211046514). ISSN 1089-2680. S2CID 236815515. Retrieved 2022-06-12.
- Douglas, Heather; Elliott, Kevin C. (2022-05-11). « Addressing the Reproducibility Crisis: A Response to Hudson ». *Journal for General Philosophy of Science*. **53** (2): 201–209. doi:[10.1007/s10838-022-09606-5](https://doi.org/10.1007/s10838-022-09606-5). ISSN 1572-8587. S2CID 248733109. Retrieved 2022-06-12.

Chapters

- Steinle, Friedrich (2016). « Stability and Replication of Experimental Results: A Historical Perspective ». *Reproducibility*. John Wiley & Sons, Ltd. pp. 39–63. doi:[10.1002/9781118865064.ch3](https://doi.org/10.1002/9781118865064.ch3). ISBN 978-1-118-86506-4. Retrieved 2020-02-10.
- Leonelli, Sabina (2018-10-24). « Rethinking Reproducibility as a Criterion for Research Quality ». In Luca Fiorito, Scott Scheall, Carlos Eduardo Suprinyak (ed.). *Research in the History of Economic Thought and Methodology*. Vol. 36. Emerald Publishing Limited. pp. 129–146. doi:[10.1108/S0743-41542018000036B009](https://doi.org/10.1108/S0743-41542018000036B009). hdl:[10871/31336](https://hdl.handle.net/10871/31336). ISBN 978-1-78756-424-4. S2CID 55353995. Retrieved 2022-09-10.
- Fidler, Fiona; Wilcox, John (2018). « Reproducibility of Scientific Results ». In Edward N. Zalta (ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2018 ed.). Metaphysics Research Lab, Stanford University. Retrieved 2020-02-10.

Conferences

- Gómez, Omar S.; Juristo, Natalia; Vegas, Sira (2010-09-16). « Replications types in experimental disciplines ». *Proceedings of the 2010 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*. ESEM '10. Bolzano-Bozen, Italy: Association for Computing Machinery. pp. 1–10. doi:[10.1145/1852786.1852790](https://doi.org/10.1145/1852786.1852790). ISBN 978-1-4503-0039-1.
- Rule, Adam; Tabard, Aurélien; Hollan, James D. (2018-04-19). « Exploration and Explanation in Computational Notebooks ». *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '18. Montreal QC, Canada: Association for Computing Machinery. pp. 1–12. doi:[10.1145/3173574.3173606](https://doi.org/10.1145/3173574.3173606). ISBN 978-1-4503-5620-6.
- Pimentel, João Felipe; Murta, Leonardo; Braganholo, Vanessa; Freire, Juliana (2019-05-26). « A large-scale study about quality and reproducibility of jupyter notebooks ». *Proceedings of the 16th International Conference on Mining Software Repositories*. MSR '19. Montreal, Quebec, Canada. pp. 507–517. doi:[10.1109/MSR.2019.00077](https://doi.org/10.1109/MSR.2019.00077).

-
- OECD (2015-10-15). Making Open Science a Reality (Report). Retrieved 2022-06-13.
 - Pellizzari, Edo D.; Lohr, Kathleen N.; Blatecky, Alan; Creel, Darryl V. (2017-08-29). *Reproducibility: A Primer on Semantics and Implications for Research*. RTI Press.

Other sources

- Baker, Monya (2016). « Dutch agency launches first grants programme dedicated to replication ». *Nature News*. doi:[10.1038/nature.2016.20287](https://doi.org/10.1038/nature.2016.20287). S2CID [114978507](https://doi.org/10.1038/nature.2016.20287). Retrieved 2020-02-10.
- Psomopoulos, Fotis E. Reproducible analysis and Research Transparency — Reproducible Research workshop 1.0 documentation. Retrieved 2020-02-10.