



LA SCIENCE COMME BIEN PUBLIC MONDIAL

DOCUMENT DU CONSEIL
INTERNATIONAL DES SCIENCES
Novembre 2021



**International
Science Council**

The global voice for science

Octobre 2021

Deuxième édition publiée en novembre 2021

RÉDIGÉ PAR Geoffrey Boulton au nom du Conseil d'administration du Conseil international des sciences. Révisé et approuvé par le Conseil.

NOS REMERCIEMENTS s'adressent tout particulièrement à la professeur Pearl Dykstra pour son analyse approfondie.

DOI: 10.24948/2021.09.

CITER: Boulton, G.S. 2021. *Science as a Global Public Good. International Science Council Position Paper.* https://council.science/wp-content/uploads/2020/06/Science-as-a-global-public-good_v041021.pdf

Travaillez avec l'ISC pour faire progresser la science en tant que bien public mondial.

Prenez contact avec nous :

www.council.science
secretariat@council.science
International Science Council
5 rue Auguste Vacquerie
75116 Paris, France

 www.twitter.com/ISC

 www.facebook.com/InternationalScience

 www.instagram.com/council.science

 www.linkedin.com/company/international-science-council



A. LA VALEUR DE LA SCIENCE

1. Le Conseil international des sciences (ISC) s'est engagé à considérer la science comme un bien public mondial. Il s'agit d'une vision de la science¹ qui entraîne de profondes incidences sur les façons de mener et d'utiliser la science ainsi que sur ses rôles dans la société. Ce document expose la manière dont ces dernières influencent les responsabilités des scientifiques, sur le plan aussi bien individuel que collectif, ainsi que sur la manière dont elles s'inscrivent dans les différents cadres d'application de la science.
 2. Le concept de biens publics partagés est une préoccupation des philosophes moraux et politiques depuis l'Antiquité et ce, dans de nombreuses cultures. Il oppose à la recherche du bien du plus grand nombre celui de la poursuite d'un intérêt personnel étroit. Il suppose que les citoyens entretiennent entre eux une relation qui les incite à créer et à maintenir des services ou des arrangements dans le but de servir des intérêts communs et de générer une valeur publique, dont beaucoup bénéficient individuellement.
-
1. Le mot **science** est utilisé pour désigner l'organisation systématique des connaissances qui peuvent être expliquées rationnellement et appliquées de manière fiable. Il englobe les domaines des sciences naturelles (y compris les sciences physiques, mathématiques et de la vie) et des sciences sociales (y compris les sciences comportementales et économiques), qui constituent l'objectif premier du CSI, ainsi que les sciences humaines, médicales, de la santé, informatiques et de l'ingénierie. Il est reconnu qu'il n'existe pas de mot ou d'expression unique en anglais (bien qu'il en existe dans d'autres langues) qui décrit de manière adéquate cette communauté de connaissances. Il est à espérer que ce terme sera accepté dans le sens voulu.



3. Le savoir fait partie des biens publics les plus puissants. Il a été l'inspiration, le stimulus et l'agent sur lequel s'est construit la plupart des progrès matériels, sociaux et personnels de l'humanité. L'accès à la connaissance et aux systèmes d'éducation dont le but est l'augmentation du stock de connaissance des individus, et donc, de manière générale, celle de la société est reconnu comme un droit de l'homme (UNESCO, n.d.).
4. La science est une forme particulière de connaissance. Elle est une approche formalisée de la connaissance qui est rationnellement explicable, mise au défi par la réalité, la logique et l'examen de ses pairs. Elle se base sur 2 caractéristiques qui sont les essences principales de sa valeur en tant que bien public mondial, à savoir :
 - Que les revendications en matière de connaissances et les preuves sur lesquelles elles peuvent se fonder soient mises à la disposition de tous afin d'être confrontées à la réalité et à la logique par l'examen de ses pairs.
 - Que les résultats de la recherche scientifique soient communiqués rapidement dans la sphère publique et diffusés efficacement pour maximiser leur disponibilité pour tous ceux qui souhaitent ou doivent y avoir accès.

D'après le Conseil international des sciences, elles représentent les normes essentielles d'une éthique scientifique spécifique². En même temps, en tant que citoyens responsables, les scientifiques devraient s'assurer qu'ils travaillent d'une manière compatible avec les valeurs sociétales contemporaines les plus élevées, à savoir l'intégrité, l'équité, l'inclusion et l'ouverture.

Dans la mesure du possible, ils doivent s'assurer que les résultats de leurs travaux ne soient pas utilisés de manière nuisible et qu'ils répondent aux besoins des sociétés dont ils font partie.

5. La science cherche à la fois des explications universelles, comme le comportement des unités fondamentales de la matière, et des explications limitées dans le temps ou l'espace, comme les mouvements passés des

2. Ce sont également les caractéristiques de diverses autres formes de recherche sérieuse qui ne sont pas considérées comme des sciences.

Le savoir fait partie des biens publics les plus puissants. Il a été l'inspiration, le stimulus et l'agent sur lequel s'est construit la plupart des progrès matériels, sociaux et personnels de l'humanité.



continents ou le comportement des groupes sociaux. Elle cherche à identifier ce qui est stable dans ce composé très instable que l'on considère comme de la connaissance.

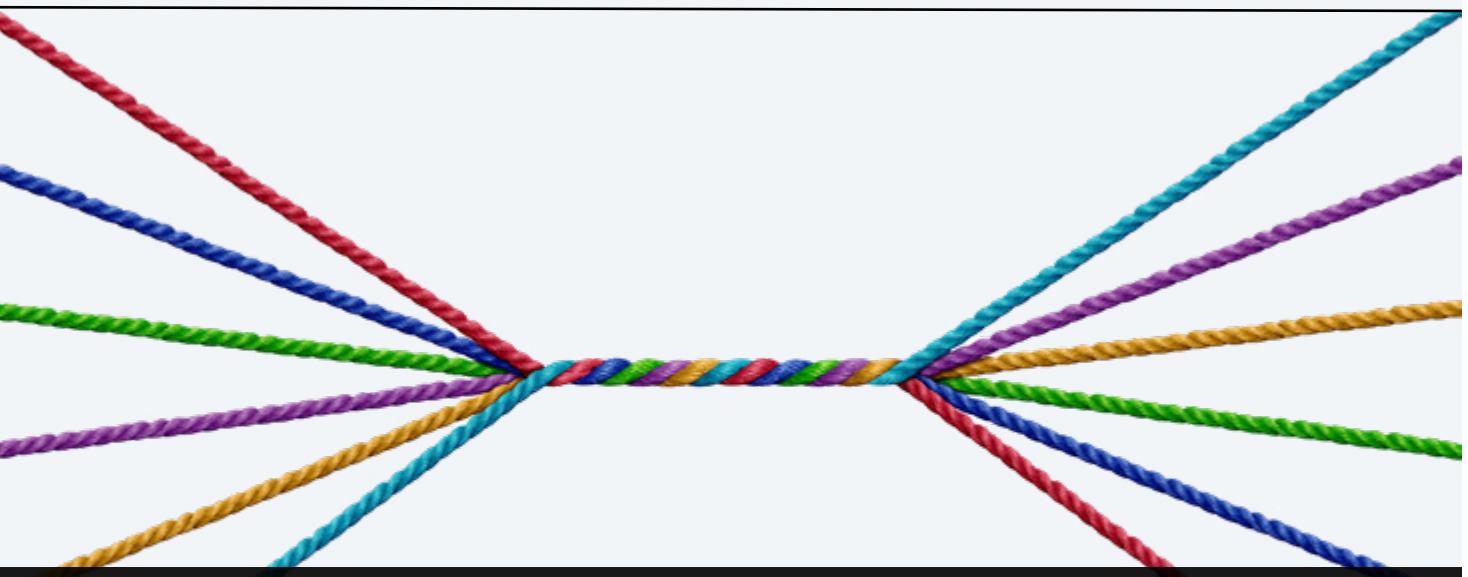
6. L'ouverture à l'examen sceptique constitue le fondement de ce qui est supposé être « l'autocorrection scientifique ». Elle est exprimée de manière éloquente dans ces mots souvent attribués à Einstein : « Un millier d'expériences ne peuvent me donner raison, mais une expérience peut me donner tort ». On associe souvent trop malheureusement le mot « scientifique » au mot « correct », « vrai » ou « certain ». La science est aux prises avec l'incertitude. Elle peut invalider, mais ne peut pas valider. « La science n'a pas pour objectif d'ouvrir la porte à une sagesse infinie, mais de limiter l'erreur infinie » (Brecht, 1939). Bien que les progrès de la recherche puissent réduire l'incertitude, celle-ci demeure.
7. Sa méthode disciplinée (paragraphe 4) a fait de la science la forme la plus fiable de la connaissance humaine systématique, bien que provisoire. Sans être un luxe superflu, elle est devenue essentielle au progrès de nos sociétés, en répondant à leurs besoins, en éclairant l'éducation, en renforçant les politiques, en stimulant l'innovation, en abordant la question de la durabilité mondiale, en préservant la santé et le bien-être, et en stimulant la curiosité, l'imagination et l'émerveillement. Elle aide tout le monde à donner un sens à ce monde de plus en plus complexe et à y naviguer.
8. Ces rôles illustrent l'utilité de la connaissance scientifique en tant que bien public mondial, un concept utilement défini par les économistes (Kaul et al., 1999) d'une manière qui permet de décrire ce que la science devrait et peut être. En termes économiques, la science sert le plus profondément le bien public par sa création de « biens publics ». Ces biens ne possèdent pas de valeur marchande. Ils sont la source des biens privés dans la majorité des cas. Ils comprennent des éléments tels que l'éducation gratuite, les routes gratuites, une force de police honnête et l'État de droit, que nous pouvons utiliser pour notre bénéfice individuel, par exemple améliorer nos perspectives d'emploi, gérer une entreprise de transport routier, protéger nos biens et nos investissements contre la corruption. Dans son rôle spécifique de bien public mondial, la science est *une source de connaissances bénéfiques et applicables qui sont librement disponibles et accessibles dans le*

La science n'a pas pour objectif d'ouvrir la porte à une sagesse infinie, mais de limiter l'erreur infinie.



monde entier, et dont l'usage par les uns n'empêche ou n'entrave pas l'utilisation par d'autres. Des avantages publics sont bien sûr créés à partir de la recherche du secteur privé dans de nombreux domaines, mais pas généralement en tant que biens publics.

9. Dans la pratique, la valeur des biens publics peut être entravée, gênée ou retenue par des croyances et pratiques politiques, philosophiques ou religieuses, par ceux qui retiennent ou monopolisent les connaissances à des fins privées, et par les scientifiques eux-mêmes lorsqu'ils choisissent de communiquer leurs résultats d'une manière qui en restreint la diffusion. On prétend souvent que ces obstacles sont justifiés par l'intérêt public supérieur, par exemple en endiguant le flux de connaissances qui pourraient être utilisées à des fins malveillantes, en étant essentielles à l'innovation commerciale compétitive, en préservant la sagesse conventionnelle ou en protégeant la qualité des publications scientifiques.
10. La partie suivante cherche à élucider les moyens par lesquels la science peut mieux assurer son rôle de bien public mondial, comment il peut être entravé et les responsabilités des scientifiques en tant que membres d'une communauté mondiale dans le maintien de ce rôle, aussi bien sur le plan individuel que collectif.

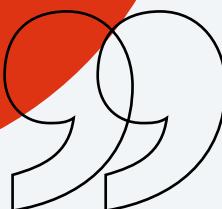


B. LA RESPONSABILITÉ DANS LA PRÉSERVATION DE L'ÉTHIQUE

11. Les prises de position éthiques du paragraphe 4 et l'impératif de bien public du paragraphe 8 obligent les scientifiques à assurer trois responsabilités essentielles : exposer les preuves des vérités avancées, diffuser leurs travaux dans le domaine public et agir dans le but d'atténuer les risques importants d'utilisation dangereuse.



Lorsqu'une affirmation de vérité publiée est fondée, partiellement ou totalement, sur des preuves empiriques, ces dernières doivent être simultanément disponibles pour examen. Sinon, l'affirmation échoue au test "scientifique".



EXPOSER LES ÉLÉMENTS DE PREUVE

12. Lorsqu'une affirmation de vérité publiée est fondée, partiellement ou totalement, sur des preuves empiriques, ces dernières doivent être simultanément disponibles pour examen. Dans le cas contraire, l'affirmation ne pourrait réussir le test qui l'établit comme scientifique. Cette exigence se trouve souvent difficile à réaliser. Effectivement, selon Richard Feynman (1974), « Fournir de telles preuves fait nécessairement appel

à l'intégrité scientifique, un principe de pensée scientifique qui ne peut qu'aller de pair avec une sorte d'honnêteté totale, ou une sorte d'effort ultime en termes d'honnêteté. Dans le cas d'une expérience que vous réalisez par exemple. Vous devez rapporter tout ce qui pourrait selon vous l'invalider et pas seulement ce que vous pensez être juste à son sujet. »

13. Cette responsabilité d'exposer les données probantes, indépendamment de leur complexité, a été codifiée dans le principe « FAIR », selon lequel les données, qu'elles soient significatives ou négligeables, et, quelle que soit la discipline, doivent être identifiables, accessibles, interopérables et réutilisables (Wilkinson et al., 2016). Le non-respect de ce principe a contribué à « la crise de la réplication » en rendant impossible de tester la réplicabilité ou même l'honnêteté de certaines affirmations de vérité publiées (Baker, 2016; Miyukawa, 2020). La créativité d'une grande partie de la recherche qui découle de l'idée qu'une observation ou une mesure particulière pourrait révéler une nouvelle vision de la réalité n'est pas non plus reconnue. De telles données sont un résultat de premier ordre de l'enquête scientifique et une source d'inspiration potentiellement riche pour d'autres analyses ou hypothèses. Charles Darwin l'a bien compris : « Les faits erronés sont très préjudiciables aux progrès de la science, car ils durent souvent longtemps. Mais les idées fausses, si elles sont étayées par des preuves, font peu de dégâts, car chacun prend un plaisir salutaire à prouver leur fausseté. Et lorsque cela est fait, une voie vers l'erreur est fermée et le chemin de la vérité est souvent ouvert en même temps. » (Darwin, 1871).



COMMUNICATION DE LA SCIENCE

14. Elle peut se faire de deux manières principales. Premièrement par les publications officielles qui entrent dans le cadre du « dossier de la science » qui contribue au « registre de la science », c'est-à-dire le registre publié des connaissances et de la compréhension scientifiques depuis les temps les plus anciens de la recherche scientifique jusqu'à nos jours (ISC, 2021). Il est contenu dans les livres, les monographies, les revues scientifiques, les impressions et la littérature « grise » publiée dans les rapports gouvernementaux et institutionnels, en format imprimé ou numérique, ou sous forme d'objets numériques. Elle est continuellement rafraîchie, renouvelée, réévaluée ou rejetée dans toutes les disciplines scientifiques par de nouvelles expériences, observations et nouvelles idées théoriques. Deuxièmement, les données sont diffusées de manière moins formelle sous forme de contributions essentielles au discours public, aux débats, à la résolution de problèmes, à l'innovation, à l'éducation et à la politique gouvernementale. Bien que ces deux modes soient d'une grande valeur, la prédominance des indices bibliométriques comme mesures de la valeur scientifique favorise le premier, souvent au détriment du second (paragraphe 24).

MÉTHODE DE PUBLICATION : EXEMPLE DE LA PANDÉMIE DE LA COVID-19

L'importance des deux modes fondamentaux de communication de la science a été puissamment illustrée pendant la pandémie de COVID-19. D'un côté, la diffusion rapide des nouvelles informations émergentes, incluant les préimpressions, a été essentielle à la réponse spontanée de la communauté scientifique à la pandémie, du premier séquençage du virus SRAS-CoV-2 au vaccin en moins d'un an. D'autre part, des présentations scientifiques soignées, réfléchies et compréhensibles dans les médias publics ont joué un rôle essentiel pour stimuler la confiance du public et susciter le comportement ordonné et responsable des citoyens dans de nombreuses sociétés qui ont agi pour empêcher la propagation du virus. Ces deux modes sont fondamentaux pour l'application de la science à des problèmes très variés.

15. Deux facteurs majeurs font obstacle à la communication formelle de la science en tant que bien public mondial. Les modèles commerciaux de nombreux éditeurs commerciaux, qui sont résumés dans les récents rapports de l'ISC (Gatti, 2020 ; ISC, 2021) constituent le premier. Les prix appliqués pour de



nombreuses revues conventionnelles, que ce soit par le biais d'abonnements ou de « frais de traitement des articles », ou par l'intégration dans des « accords de transformation », surpassent largement les coûts de production de base. Ces prix bloquent l'accès, soit aux lecteurs, soit aux auteurs, soit aux deux, en particulier pour ceux qui se trouvent dans des institutions peu subventionnées ou dans des pays à revenu faible ou moyen, et sapent le plein potentiel de la révolution numérique pour améliorer la pénétration et le taux de circulation des connaissances scientifiques, qui ne peuvent donc pas être « librement accessibles dans le monde entier ». Le second obstacle est l'exigence de nombreuses revues selon laquelle les auteurs doivent renoncer aux droits d'auteur sur leur travail comme condition de publication, ce qui entrave l'accès aux archives de la science par les techniques modernes de découverte des connaissances. Lorsque ces recherches ont été financées par des fonds publics, la cession des droits d'auteur représente une privatisation gratuite d'un bien financé par des fonds publics, ce qui doit être considéré comme une transaction répréhensible.

16. La révolution numérique a non seulement mis de nouvelles possibilités entre les mains des scientifiques, mais elle a également démocratisé la communication en permettant aux individus et aux groupes de contourner les gardiens traditionnels de la sagesse autorisée dans les médias et de diffuser leurs points de vue, avec un minimum de contraintes, sur le web et par le biais des médias sociaux. Si elle comporte des avantages majeurs, elle a aussi un côté sombre, puisqu'elle permet la diffusion à grande échelle d'informations trompeuses, biaisées et truquées, comme en témoignent les informations fallacieuses diffusées pendant la pandémie, qui ont eu des conséquences néfastes sur la santé de la population. L'omniprésence de la communication numérique a donné naissance à un environnement de communication plus complexe et plus encombré, avec davantage de voix se disputant l'attention, dont certaines attaquent ouvertement des connaissances scientifiques bien fondées. C'est un environnement où l'expression « faits alternatifs »³ remet en cause le concept même de fait, et où la brièveté imposée par Twitter encourage les affirmations divergentes plutôt que les arguments divergents. Cet environnement exige que la science fasse entendre sa voix avec plus de soin et de précision et en accordant plus d'attention à l'éducation dans ce nouveau monde dynamique de l'information si elle veut maintenir et renforcer sa contribution au bien public mondial.

3. « Faits alternatifs » était un terme utilisé par une conseillère du président américain lors d'une interview publique le 22 janvier 2017, dans laquelle elle a défendu la fausse déclaration de l'attaché de presse de la Maison Blanche sur le nombre de participants à l'investiture de Donald Trump en tant que président des États-Unis.

17. La communication de la science ne se résume pas à la responsabilité individuelle, elle peut parfois être une responsabilité collective. Des questions urgentes d'une importance sociétale mondiale profonde sont à considérer notamment le changement climatique, la biodiversité ou les inégalités, pour lesquels la voix de la science doit être clairement entendue dans le domaine public, mais où les interventions individuelles dans le ton sobre et précis que préfèrent les scientifiques ont moins d'influence que d'autres voix plus convaincantes psychologiquement, ou sont noyées dans le tumulte du débat mondial. Dans de telles circonstances, la communauté scientifique internationale a la responsabilité collective d'articuler une voix commune de « plaidoyer responsable » par le biais de ses organes représentatifs et de l'influence qu'ils exercent grâce à leurs réseaux d'influence.

18. Cependant, cette façon de voir les choses peut provoquer un paradoxe : en défendant une politique spécifique, les scientifiques risquent de perdre la part de crédibilité que leur confère leur indépendance perçue, et peuvent même, dans le feu du débat public, conduire à une corruption des preuves et à une minimisation de l'incertitude (Goodwin, 2012). Le pragmatisme sous-entend que si les scientifiques ne sont pas en mesure de participer aux débats importants des politiques publiques, que ce soit individuellement ou collectivement, la désinformation et le lobbying des personnes aux intérêts particuliers peuvent combler le vide. Il ne s'agit pas d'un problème soluble au sens scientifique du terme, mais d'un problème pour lequel un jugement expérimenté, sensible à ce dilemme, devrait guider l'action, et pour lequel les institutions internationales représentatives de la science ont une responsabilité majeure.⁴

LE DILEMME DU DOUBLE USAGE⁵

19. La plupart des découvertes scientifiques sont éthiquement neutres. C'est la nature de leur utilisation qui peut poser des problèmes

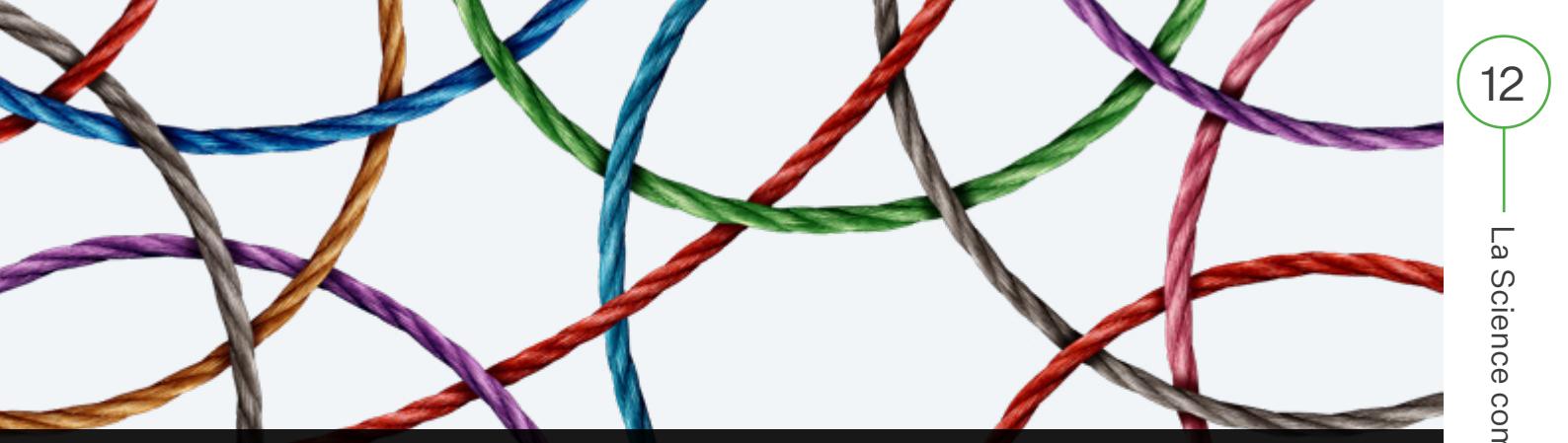
Si les scientifiques ne sont pas en mesure de participer aux débats importants des politiques publiques, que ce soit individuellement ou collectivement, la désinformation et le lobbying des personnes aux intérêts particuliers peuvent combler le vide.

-
4. Les organismes représentatifs de haut niveau qui devraient promouvoir et soutenir des processus efficaces comprennent le Conseil international des sciences, l'Académie mondiale des sciences, la Fédération mondiale des organisations d'ingénieurs, le Partenariat interacadémique et la Global Young Academy.
5. Le terme « double usage » a principalement été utilisé dans le domaine des sciences de la vie, notamment en relation avec le bioterrorisme, mais ici il désigne plus la recherche, les technologies et leurs artefacts.



éthiques. Certaines découvertes permettent d'acquérir des connaissances précieuses, mais sont susceptibles de créer des dangers importants. La nature même de la découverte scientifique fait que ses utilisations éventuelles ne peuvent pas toutes être prévues. Einstein, malgré toute sa brillance théorique, n'a pas prévu la puissance potentielle que pourrait libérer l'atome et que cela donnerait naissance aux armes nucléaires. Presque toute recherche peut présenter des risques potentiels ainsi que des avantages et ne peut pas nécessairement être réglementée avant que toutes ses utilisations possibles ne soient découvertes. Il est toutefois déraisonnable d'étendre cette préoccupation à toutes les connaissances lorsqu'il existe une simple possibilité que cela soit nécessaire, peu de nouvelles connaissances peuvent s'y soustraire, mais il est important de se concentrer sur les domaines où il existe des capacités réelles et pouvant servir à un usage dangereux, dommageable ou malveillant. Lorsque les scientifiques prévoient de telles utilisations, ils ont la responsabilité d'en informer les populations. Parmi les exemples récents où la communauté scientifique a exploré de telles possibilités et préconisé des positions éthiques et réglementaires pour atténuer les préjudices éventuels, citons les utilisations des technologies de l'intelligence artificielle, la modification de la lignée germinale, la recherche sur les gains de fonction et l'utilisation des technologies de surveillance. L'examen du potentiel de nuisances et la préconisation de moyens pour les éviter sont des priorités importantes pour une défense responsable par les organes représentatifs de la science (paragraphes 17, 18).

20. Ces problèmes touchent non seulement la publication de résultats scientifiques, mais également la diffusion de données. Illustrons ce fait par la soumission pour publication en 2003 des manuscrits sur le virus H5N1 de la grippe aviaire qui démontraient comment il pouvait être transmis à l'homme, ce qui pouvait être destiné à des fins malveillantes. Le dilemme a été résolu par un accord entre les auteurs et les rédacteurs en chef des revues concernées, selon lequel les conclusions générales devaient être publiées, avec un bénéfice potentiel important pour les communautés de surveillance mondiale de la grippe, mais que les détails qui pourraient permettre la reproduction des expériences par ceux qui pourraient chercher à nuire ne devaient pas l'être (Science Editorial, 2003). Il est important d'être conscient du potentiel de double usage, à condition que les solutions qui optimisent l'équilibre entre la rigueur et la communication d'une part, et le danger d'autre part, soient probablement spécifiques à chaque cas. Si un découvreur scientifique prévoit un potentiel de double usage dangereux, il lui incombe de demander l'avis d'experts compétents comme première étape d'un processus d'évaluation.



C. LES CONTEXTES DANS LESQUELS LA SCIENCE EST PRATIQUÉE

21. Les différents contextes dans lesquels la science est pratiquée, dans les universités, les instituts, les laboratoires publics, le secteur privé et par des scientifiques indépendants (y compris les citoyens intéressés par les questions scientifiques) conditionnent fortement les moyens et la mesure dans lesquels la science sert le bien public et la manière dont les responsabilités des scientifiques sont exercées. Dans certains cas, les scientifiques profitent d'une grande liberté au sujet de leurs recherches. Ils peuvent partager ou non les détails et résultats. Dans d'autres cas, ils sont limités dans leur choix.

LES CADRES LIBRES ET LE RÔLE DES UNIVERSITÉS

22. Les universités défendent généralement une convention de liberté académique, donnant aux chercheurs universitaires la liberté sans contrainte de choisir ce qu'ils étudient, comment ils étudient, la meilleure façon de communiquer leurs résultats, et la liberté de les exprimer, y compris ceux qui dérangent l'autorité. Dans une large mesure, ces libertés ont permis aux universités d'être les sources de notre compréhension la plus profonde de la nature et de la société, en tant que centres entrepreneuriaux durables du monde moderne et réceptacles de connaissances anticipées pour un avenir inconnu. Mais l'investissement fortuit dans leur travail a révélé des processus qui sont aujourd'hui reconnus comme menaçant l'avenir de la société humaine, tandis que leurs successeurs jouent un rôle crucial dans l'évaluation de la manière dont elle doit s'adapter. On a tendance à ne voir la « recherche comme utile » que lorsqu'elle est dirigée vers des problèmes contemporains et mobilisée par un financement « axé sur la mission ». Si la recherche axée sur la mission est vitale pour les priorités immédiates et prévisibles, l'élargissement de la compréhension humaine par le maintien de la recherche axée sur la curiosité est une contribution fondamentale à la réserve de connaissances et de compréhension de l'humanité. C'est un rôle important assuré par les universités.



23. Le rôle le plus important des universités est sans doute la communication et la diffusion des connaissances scientifiques par l'éducation, d'une génération à une autre, des groupes successifs d'étudiants dans un environnement où les limites de la compréhension contemporaine sont explorées et sondées par une recherche active. Le flux annuel des diplômés vers une grande diversité de rôles est le vecteur dominant par lequel la connaissance scientifique stimule l'innovation sociale et économique (Boulton and Lucas, 2008).
24. Cependant, la concurrence générée par les classements censés mesurer l'excellence relative des universités et la bibliométrie censée mesurer la contribution scientifique individuelle et institutionnelle sont toutes considérées comme essentielles à la « marque » qui attire les étudiants et les financements. Ils encouragent fortement la communication de la science en s'appuyant sur la publication formelle, avec des pressions draconiennes et incessantes pour une forme de production scientifique, celle de la publication, au détriment des autres rôles de l'université. Ils ont généré une demande massive de points de vente de publications, sans tenir compte du contrôle de qualité. Il en a découlé une réponse importante du marché sous la forme de revues dites prédatrices amenant à un raz-de-marée de résultats de valeur douteuse (Grudniewicz et al., 2019). Ces résultats à effet pervers, et bien d'autres similaires (Gatti, 2020; ISC, 2021) proviennent de l'usage des métriques de substitution rigides et inappropriées, des exemples de l'axiome selon lequel « on obtient ce que l'on mesure », ou de la loi de Goodhart qui rappelle « lorsqu'une mesure devient un objectif, elle cesse d'être une bonne mesure. » (Chapman et al., 2019).
25. Dans certains pays et à certaines époques, la convention sur les libertés académiques a été et est encore limitée par les intérêts de l'État. Le Conseil international de la science soutient que la liberté académique sans entrave dans le cadre de la loi s'est révélée être d'un grand bénéfice pratique pour les sociétés dont les universités font partie.

CADRES LIMITÉS

26. Certains environnements limitent la liberté des scientifiques en raison de l'objectif auquel ils sont dédiés. Les instituts de recherche financés par des fonds publics et ceux qui sont financés sur une base non lucrative ont tendance à servir un objectif scientifique précis, de sorte que les chercheurs ne sont donc généralement pas autorisés à se pencher sur d'autres recherches. En outre, les résultats scientifiques sont normalement, mais pas exclusivement, examinés par l'institution avant d'être publiés sous une forme ou dans une revue prédeterminées. Par conséquent, et contrairement à la pratique universitaire, ces publications semblent être à la fois aussi bien le produit de l'institut que de l'auteur.



27. Dans certains cadres financés par des fonds publics, la publication reste une obligation, mais la confidentialité voire même une forte sécurité doivent être assurées. Les recherches dont les participants sont des sujets humains, qu'elles soient menées dans des universités, des instituts ou des hôpitaux, exigent à juste titre que l'identité de ces derniers soit maintenue confidentielle, même si le fort intérêt public peut nécessiter que les résultats de l'étude soient rendus complètement disponibles. Dans ce cas, l'identité des sujets doit demeurer anonyme et les scientifiques doivent disposer d'un moyen d'examiner les données sous-jacentes pour permettre le respect du principe de rigueur (paragraphe 4).
28. Les gouvernements maintiennent également des cadres de recherche, souvent à des fins militaires ou de sécurité publique, où toute publication est exclue. L'inconvénient de ce cadre pour le gouvernement est que les résultats ne sont pas soumis à l'examen d'esprits sceptiques externes, bien qu'étant donné les risques qui sont souvent implicites dans la recherche, un examen et une réglementation intensifs et sceptiques ne peuvent être écartés.
29. Comment la question de la science en tant que bien public mondial se rapporte-t-elle aux entreprises et aux sociétés du secteur privé ? Le secteur de la recherche privée a connu une croissance énorme au cours des dernières décennies, l'utilité de la recherche en tant que moteur de l'innovation dans le secteur privé étant de plus en plus évidente. Cette tendance a été illustrée par les travaux de Peter Drucker (1993), qui a affirmé que « la ressource économique de base, le moyen de production ... n'est plus le capital, ni la terre, ni le travail. C'est et ce sera la connaissance. » Les gouvernements du monde entier se sont conformés à cette perspective, avec pour conséquence que les priorités de la science et pour la science sont passées de la périphérie à près du centre des préoccupations gouvernementales. Elles sont de plus en plus prises en compte par le secteur des affaires, de sorte que plus de 70 % des investissements mondiaux dans la science proviennent désormais des sources commerciales (OCDE, 2022).
30. Cette perspective a également engendré des pressions croissantes sur les universités pour qu'elles commercialisent leurs recherches par le biais de licences et de la protection de la propriété intellectuelle, de sorte que nombre

La ressource économique de base, les moyens de production [...] n'est plus le capital, ni la terre, ni le travail. C'est et ce sera la connaissance.



d'entre elles se trouvent de plus en plus à cheval à la frontière public/privé, une part importante de leur activité devenant de plus en plus soumise à la contrainte d'impératifs commerciaux. Bien que la capacité de travailler à travers l'interface publique/privée soit particulièrement importante pour faire face à de nombreux défis majeurs, comme l'a montré la pandémie de COVID-19 (paragraphe 46), la tendance ne devrait pas être telle qu'elle limite les capacités des universitaires et des universités à s'exprimer librement et à contribuer à l'entreprise scientifique avec un large éventail de recherches (paragraphes 22 et 40).

31. Une grande partie des nouvelles connaissances scientifiques créées par le secteur des entreprises est soustraite à l'examen du public, du moins à court terme, en tant que bien privé. L'accès exclusif à ces nouvelles connaissances sous la forme d'un brevet permet à une entreprise d'obtenir un monopole lucratif à court terme sur le marché, jusqu'à ce qu'elle soit rattrapée ou dépassée par ses concurrents. Ce stimulus concurrentiel est au cœur du dynamisme capitaliste, puissamment facilité par la capacité d'une idée innovante à attirer les investissements en raison des rendements générés par un avantage concurrentiel à court terme. Le système des brevets permet au concept sous-jacent de passer dans le domaine public en tant que bien public, tandis que le détenteur du brevet conserve la connaissance de la meilleure façon de la transformer en produits commercialisables, ou de concéder des licences sur cette connaissance à d'autres. Il ne fait aucun doute qu'un tel processus concurrentiel améliore le taux d'innovation, notamment dans des domaines tels que l'industrie pharmaceutique, les systèmes énergétiques ou les infrastructures informatiques, qui dépendent d'importants investissements privés et publics. Les connaissances financées par des fonds publics peuvent stimuler les gains privés qui, à leur tour, génèrent des biens publics tels que l'emploi et le bien-être économique. Cependant, à l'heure actuelle, des processus sont à l'œuvre qui peuvent renforcer les monopoles, affaiblir la concurrence et créer des prix excessifs, ce qui va à l'encontre du bien public (paragraphe 33).
32. Les entreprises privées sont tentées par les avantages commerciaux potentiels d'une appropriation monopolistique d'un segment important de la science et de la technologie dites « fondamentales ». Un exemple récent de cette captation potentielle s'est produit dans le domaine de la génétique (Marshall and Price, 2013). Avant que l'affaire soit portée devant la Cour suprême des États-Unis en 2013, plus de 4 300 gènes humains avaient été brevetés, ce qui aurait pu mener à l'acquisition privée de toute une sphère de connaissances. Cependant, la Cour a statué qu'en l'absence de nouvelles créations lors de la découverte d'un gène,

aucune propriété intellectuelle n'est à protéger et que les brevets ne peuvent donc pas être accordés. Cet arrêt a rendu tous les gènes humains accessibles à toutes les recherches et à tous les tests génétiques financés par des fonds publics et privés aux États-Unis.

33. L'un des principaux effets de la numérisation a été l'utilisation d'algorithmes de tarification sur les marchés numériques qui ont contribué à alimenter la croissance de ce que l'on appelle les géants technologiques qui exercent un monopole sur les produits. Ils sont en mesure d'offrir de petites ou de grandes quantités d'une vaste gamme de produits matériels, de services ou d'informations, ce qui confère aux acteurs dominants un pouvoir exorbitant dans tous les secteurs⁶. Cette tendance se retrouve aujourd'hui chez les éditeurs scientifiques commerciaux (ISC, 2021), dont certains se transforment de fournisseurs de services d'édition en sociétés technologiques, exploitant des plates-formes de services sur lesquelles ils ne se contentent pas de conserver leur rôle traditionnel de publication des données scientifiques, mais collectent également des données sur la science à partir de ces services, se positionnant ainsi comme propriétaires d'informations stratégiques vitales pour les scientifiques, leurs organisations, leurs bailleurs de fonds et les gouvernements nationaux. Elles se créent donc une position stratégique en contrôlant l'accès à la connaissance, mais une position dans laquelle elles doivent rendre des comptes à leurs investisseurs plutôt qu'à la science. Ces tendances suscitent des inquiétudes quant à la gouvernance de l'entreprise scientifique ainsi qu'à la mesure dans laquelle son rôle au service du bien public mondial est menacé.
34. Une série de questions découle de cette analyse de la science sous contrainte. Dans quelle mesure l'éthique scientifique spécifique mentionnée au paragraphe 4 s'applique-t-elle aux scientifiques individuels travaillant dans ces contextes ? Comment cette éthique devrait-elle influencer leurs relations, en tant que scientifiques, avec les entreprises et les sociétés qui les emploient ? Le scientifique d'une entreprise doit-il, par exemple, être tenu responsable de l'hyperbole que l'entreprise peut employer pour revendiquer l'efficacité scientifiquement démontrée des produits qu'elle commercialise ? Comment la dynamique évolutive de la science dans le secteur privé s'articule-t-elle avec la science en tant que bien public mondial tel qu'elle est présentée dans ce document ? Les dossiers de sécurité relatifs à une activité commerciale susceptible de générer des risques pour le public devraient-ils, par exemple, être accessibles au public (cf. paragraphe 19) ?
-
6. Les données de bilan des entreprises américaines cotées en bourse montrent des marges moyennes sur les coûts marginaux qui sont passées de 18 % en 1980 à 67 % en 2014. De Loecker, J., et Eekhoud, J., 2017. La montée du pouvoir de marché et les implications macroéconomiques. Working Paper No. 23687. National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w23687>





D. RÉPONDRE AUX BESOINS DE LA SOCIÉTÉ

35. La science peut servir le bien public mondial directement en répondant à un besoin exprimé (un défi), en créant de nouvelles connaissances qui permettent des activités qui n'étaient pas possibles jusqu'à présent (une opportunité), ou dans de nouvelles connaissances qui restent latentes en tant que ressources de connaissances qui peuvent permettre des utilisations futures imprévisibles. Il est toutefois important de ne pas voir l'utilité de la connaissance uniquement à travers le prisme limité de l'offre et de la demande. Les connaissances scientifiques peuvent enrichir les perspectives humaines d'une manière qui ne peut être saisie dans un bilan comptable. La connaissance des galaxies lointaines ou des temps éloignés ne contribue pas aux économies nationales, mais elle est profondément séduisante pour l'imagination humaine. Cette connaissance, pour elle-même, est un bien public mondial. Nous examinerons ci-après comment ces fonctions confèrent d'importantes responsabilités à la communauté scientifique et à ses parties prenantes, ainsi qu'aux systèmes scientifiques nationaux.

RELEVER LES DÉFIS ET EXPLOITER LES OPPORTUNITÉS

36. Il existe une perception croissante d'un monde confronté à des crises convergentes qui menacent le bien-être de l'humanité, du potentiel de la science à contribuer à des solutions, et donc de la responsabilité des scientifiques à les rechercher. La perception la plus difficile est l'inquiétude suscitée par la façon dont l'humanité détruit négligemment les conditions de son bien-être collectif, et donne naissance avec désinvolture à des crises d'une ampleur qui pourrait être similaire aux catastrophes mondiales de l'histoire géologique.

37. En même temps, des développements scientifiques majeurs ont eu lieu, qui ont des implications profondes pour la société humaine, et pour lesquels il est urgent que la science s'engage dans les questions éthiques, juridiques,



économiques, sociales et environnementales fondamentales qui sont en jeu. Les ressources de données modernes déployées par les technologies d'IA permettent de mieux comprendre les schémas complexes de la nature et de la société. Les biosciences révolutionnent notre capacité à traiter les maladies et offrent un grand potentiel pour l'amélioration des systèmes alimentaires. Ces technologies pourraient orienter vers la durabilité dans des secteurs qui contribuent directement au capital humain grâce à leur efficacité et efficience accrue. Cependant, elles pourraient également exacerber les dommages environnementaux existants, aggraver les inégalités, l'exclusion et la discrimination, porter atteinte à la vie privée, éliminer l'autonomie et la responsabilisation à grande échelle, permettre l'émergence de cyberguerres et de nouvelles formes de criminalité, et obscurcir la réalité d'une manière qui mine la cohésion sociale et accélère la crise mondiale.

38. La communauté scientifique internationale fait de plus en plus entendre sa voix collective pour relever les défis (paragraphe 36) et exploiter les possibilités qui s'offrent à elle de manière à servir l'impératif de durabilité, le bien-être humain et le bien public mondial (paragraphe 37). Elle doit continuer à promouvoir une meilleure compréhension des enjeux par le public, à œuvrer pour améliorer la communication entre les scientifiques et les décideurs publics à tous les niveaux de gouvernance, et à adapter ainsi qu'améliorer l'utilité des systèmes scientifiques pour soutenir un changement bénéfique.
39. Les solutions mondiales exigent toutefois une participation mondiale. Il est essentiel que la réponse scientifique tienne compte de diverses valeurs, priorités et approches. La tentation est grande de supposer que les priorités des systèmes scientifiques des pays développés sont des priorités mondiales, ce qui conduit à l'exclusion des connaissances et des priorités d'autres régions, en particulier celles des nombreux pays à revenu faible ou intermédiaire qui sont les plus susceptibles de souffrir si les tendances mondiales actuelles se poursuivent ou s'aggravent.

La communauté scientifique internationale doit continuer à promouvoir une meilleure compréhension des enjeux par le public, à œuvrer pour améliorer la communication entre les scientifiques et les décideurs à tous les niveaux de gouvernance, et à adapter ainsi qu'améliorer l'utilité des systèmes scientifiques pour soutenir un changement bénéfique.



Une communauté scientifique mondiale est devenue une plus grande réalité ces dernières années, mais elle n'aura pas atteint sa maturité tant qu'elle n'aura pas remplacé une perspective unipolaire par un universalisme inclusif, ouvert à une écologie de la connaissance plus large et capable de construire un authentique patrimoine mondial de la connaissance capable de répondre le plus efficacement possible aux défis contemporains. Cela doit être une priorité pour les organes représentatifs de la science mondiale si l'on veut que «des connaissances utiles et applicables soient librement disponibles et accessibles dans le monde entier» (paragraphe 8).

UN PORTFOLIO ÉQUILIBRÉ : LA RECHERCHE POUR LE PRÉSENT ET L'AVENIR

40. L'homme a toujours eu l'habitude de sacrifier les possibilités futures pour satisfaire ses désirs immédiats, ce qui a contribué à la crise environnementale actuelle. Il est vital que l'entreprise scientifique ne se concentre pas sur l'immédiat au point de rétrécir ou de négliger les horizons futurs. Le paragraphe 22 souligne le rôle joué par les universités dans le maintien d'un large éventail de recherches tout en contribuant à la recherche vitale orientée vers les missions qui alimentent les priorités immédiates. Continuer à soutenir un large éventail de recherches scientifiques qui non seulement répondent aux besoins actuels, mais repoussent aussi les limites de la connaissance est un investissement crucial pour l'avenir. Ce serait une grave erreur de supposer que tous les besoins futurs en matière de connaissances scientifiques peuvent être efficacement anticipés et donc créés par des programmes descendants, orientés vers une mission⁷, aussi vitaux soient-ils, pour de nombreuses questions contemporaines.

ÉCOLOGIE DES ACTEURS

41. Si la science est un bien public mondial, la société mondiale en est le bénéficiaire. Cependant, ce sont les gouvernements nationaux qui, dans une large mesure, déterminent les moyens par lesquels ces bénéfices sont réalisés, par le biais de systèmes scientifiques nationaux conçus pour servir les priorités qu'ils jugent être des priorités nationales. Plutôt que de mandater directement des projets de recherche spécifiques pour servir ces priorités, la plupart des pays ont développé des systèmes scientifiques dont l'architecture est plus consensuelle. Ils tendent à équilibrer et à tirer profit des idées de trois acteurs essentiels : le gouvernement,

7. La réponse scientifique à la pandémie de COVID-19 en est l'exemple le plus récent. Une grande partie de la compréhension fondamentale sous-jacent à cette réponse est le fruit de décennies d'investissements publics, non seulement dans la science génomique à l'origine de la conception et la production des vaccins, mais aussi dans les nombreux domaines de la santé publique, de la modélisation mathématique, de la psychologie et d'autres domaines de la science du comportement, de l'informatique, et au-delà, qui ont contribué à la réponse scientifique à la pandémie.



les organismes de financement indépendants et, principalement, les universités (les instituts financés par l'État jouant un rôle plus ou moins important). Cette triade a généralement réussi à créer le portefeuille équilibré décrit au paragraphe 40, et à s'adapter aux priorités contemporaines au fur et à mesure de leur évolution (paragraphe 46). Le postulat commun est que, si les pouvoirs publics peuvent formuler leurs priorités et fixer les budgets de recherche pour les organismes de financement, les décisions relatives à l'affectation des ressources et à l'organisation de la recherche doivent incomber aux chercheurs, et que laisser aux scientifiques la liberté de suivre leur inspiration est le meilleur moyen de maximiser le rendement des investissements de la société dans la recherche.

RELATIONS ENTRE LE SECTEUR PUBLIC ET LE SECTEUR PRIVÉ

42.

L'interface entre ce système de secteur public et de secteur privé est d'une importance cruciale pour relever les défis du bien-être humain. La relation public/privé a souvent été caricaturée en un secteur public lourd et bureaucratique opposé à un secteur privé dynamique et innovant. Il apparaît plutôt que l'État et le secteur public ont fait preuve de créativité en finançant une grande partie de la science innovante qui a stimulé les réponses du secteur privé, et que l'État a non seulement façonné et créé les marchés, mais aussi corrigé leur défaillance (Mazzucato, 2013). La pandémie a illustré le potentiel bénéfique de la synergie public/privé, fondée sur un partage créatif et efficace des idées, de la recherche et des données à travers l'interface entre le public et le privé.



E. UN CONTRAT SOCIAL ÉVOLUTIF POUR LA SCIENCE

43. Un élément clef de cette interface a été le lien entre les entreprises et les universités, fortement encouragé par les gouvernements au cours des dernières décennies en tant que source importante d'innovation commerciale (paragraphe 30). Des tensions affectent naturellement cette interface, entre le désir des scientifiques de publier leurs travaux, le désir des entreprises de protéger la recherche ayant un potentiel commercial, le désir des universités d'être perçues comme ayant une valeur économique en stimulant l'innovation et de bénéficier financièrement des ventes et des licences de propriété intellectuelle, et les politiques gouvernementales concernant les rôles appropriés des universités qu'elles financent. Les tensions dans ces relations devraient être considérées et jugées en fonction du spectre de la valeur publique issue de leurs interactions (paragraphe 35) plutôt qu'en fonction des intérêts sectoriels de l'un ou l'autre des acteurs.
44. Les priorités de la science au service du bien public mondial doivent continuer à combiner l'exploration des processus fondamentaux dans la nature et la société et des réponses efficaces et efficientes aux priorités sociétales à mesure qu'elles apparaissent et évoluent. Ces deux éléments influencent la relation entre la science et les sociétés dont elle fait partie, la nature du contrat social qui les lie et, par conséquent, l'organisation sociale du processus scientifique. Le mouvement des citoyens pour la science peut évoluer et jouer un rôle important à cet égard, mais un mouvement opposé, le « mouvement citoyen antiscience », semble également se fortifier⁸. Ces relations ont évolué et continueront à évoluer

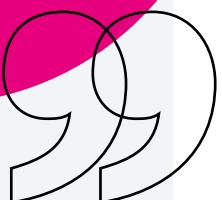
8. La pandémie de COVID-19 a donné une forte impulsion aux manifestations antiscience et anti-état (<https://euobserver.com/rule-of-law/152647>) qui sont de plus en plus organisées sous le couvert de théories du complot telles que QAnon (<https://securingdemocracy.gmfus.org/qanon-and-anti-vax-conspiracy-theories-pose-a-threat-to-democracy-beyond-national-borders/>). Par exemple, en Allemagne, le mouvement antibloge « Querdenken » (penseurs latéraux) est une coalition qui promeut les théories du complot, comme l'idée que les masques sont mortels ou que les vaccins modifient votre ADN (<https://www.bbc.com/news/blogs-trending-56675874>).



conjointement, la communauté scientifique internationale ayant la responsabilité de faire preuve de créativité pour sauvegarder les systèmes créatifs tout en promouvant des changements bénéfiques.

45. Le contrat social implicite entre les praticiens de la science et le reste de la société tire son origine dans les années 1940 et 1950, à la suite d'une expérience de guerre sur les avantages militaires de la recherche scientifique. Il veut qu'en échange du financement public, la science crée des connaissances relativement fiables et qu'elle communique ses découvertes à la société (Gibbons, 1999). Il repose sur l'idée que le fait de donner aux scientifiques financés par des fonds publics et à leurs disciplines l'autonomie nécessaire pour créer de nouvelles connaissances est le meilleur moyen de susciter l'innovation au profit du public, l'éologie triadique des parties prenantes décrite au paragraphe 41 étant son support approprié et sa source de gouvernance efficace (Bush, 1945).
46. Depuis lors, les priorités de la science se sont successivement élargies, partant de l'accent mis à l'origine sur la recherche militaire, au soutien des économies nationales et de l'innovation, puis à des préoccupations sociales, sanitaires et environnementales plus larges, jusqu'à l'accent actuel sur les défis mondiaux et la durabilité sociale, économique et planétaire. Cette vaste évolution des priorités s'est accompagnée de changements dans l'organisation sociale de l'effort scientifique. Elle est passée d'une organisation dominée par l'hégémonie de la science disciplinaire à une organisation où l'importance de la collaboration pluridisciplinaire et interdisciplinaire était reconnue comme essentielle pour traiter les systèmes complexes et couplés de la société, de la santé et de l'environnement, puis à une organisation contemporaine qui reconnaît que la production de connaissances, si elle doit être efficace pour relever des défis complexes, doit être socialement distribuée, répondre aux besoins de la société, être transdisciplinaire et soumise à de multiples responsabilités. Le contrat social évolue vers un contrat dans lequel la science est ouverte à la société, transparente et participative.

Le contrat social évolue vers un contrat dans lequel la science est ouverte à la société, transparente et participative.



SCIENCE DITE OUVERTE : LA SCIENCE EN TANT QU'ENTREPRISE PUBLIQUE

47. Le mouvement de la science ouverte est la manifestation contemporaine de cette évolution progressive. Il cherche à rendre la recherche scientifique et sa diffusion accessibles à tous les niveaux d'une société avide, dans le cadre de la co-création, de connaissances pour le bien public mondial (Dykstra, 2019). Bien que les avantages de la science ouverte aient largement fait l'objet de conjectures, la réponse scientifique mondiale à la pandémie de COVID-19 a été un exemple puissant de la science ouverte en action. De très divers scientifiques ont déployé et appliqué leurs connaissances de manière créative, produit des bases de données et des sites web, brisé les processus fastidieux de la publication conventionnelle, partagé des données ainsi que des idées avec une ouverture inédite et à travers l'interface public-privé. Ils l'ont fait en mettant de côté les contraintes conventionnelles et en exposant impitoyablement certains des processus qui empêchent la science de contribuer efficacement au bien public mondial. Le directeur de l'Institut national de la santé des États-Unis a fait le commentaire suivant : « Je n'ai jamais rien vu de tel ». « Cet effort phénoménal va changer la science et les scientifiques pour toujours. » (Sample, 2020). Cela devrait-il être la nouvelle norme ? Ou faut-il laisser la science se replier sur ses anciennes habitudes et sur les normes plus restrictives de la plupart des enquêtes scientifiques conventionnelles ? L'adoption à l'unanimité par les 193 États membres de l'UNESCO de sa *Recommandation sur la Science ouverte* en novembre 2021 pourrait constituer une étape majeure dans la direction de cette nouvelle normalité [24]. Un tel accord intergouvernemental pourrait être un puissant levier de changement, mais l'engagement profond de la communauté scientifique internationale et de ses organes représentatifs est indispensable pour que la gouvernance d'une nouvelle ère de la science soit correctement adaptée au service du bien public mondial.

REFERENCES

- Baker, M. 2016. 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature*, Vol. 533, pp. 452–54. <https://www.nature.com/articles/533452a> (Accessed 15 July 2020).
- Boulton, G.S. and Lucas, C. 2008. *What are Universities for?* League of European Research Universities Report. <https://www.leru.org/files/What-are-Universities-for-Full-paper.pdf>
- Brecht, B. 1939. *The Life of Galileo*, p.56. <https://www.arvindguptatoys.com/arvindgupta/lifeofgalileo.pdf>
- Bush, V. 1945. *Science The Endless Frontier*. Washington, United States Government Printing Office. <https://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>
- Chapman, C. A., Júlio César Bicca-Marques, J. C., Calvignac-Spencer, S., Fan, P., Fashing, P. J., Gogarten, J., Guo, S., Hemingway, C. A., Leendertz, F., Li, B., Matsuda, I., Hou, R., Serio-Silva, J. C. and Stenseth, N. C. 2019. Games academics play and their consequences: how authorship, *h*-index and journal impact factors are shaping the future of academia. *Proc. R. Soc. B.*, Vol. 286, No. 1916. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.2047>
- Darwin, C. R. 1871. *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, 1st edn, Vol. 1. London, John Murray, p. 385.
- Drucker, P. F. 1993. *Post-Capitalist Society*. Oxford, Butterworth-Heinemann. <http://pinguet.free.fr/drucker93.pdf>
- Dykstra, P. A. 2019. Scientific research and social responsibility. M do C. P. Neves (ed.), *(Bio) Ethics, Science, and Society: Challenges for BioPolitics*. Fundacao Luso-Americana, pp. 81–89. <https://philarchive.org/archive/MONNHO>
- Feynman, R. P. 1974. *Cargo Cult Science*. Caltech commencement address. <http://calteches.library.caltech.edu/51/2/CargoCult.htm> (Accessed 15 February 2021).
- Gatti, R. 2020. *Business Models and Market Structure within the Scholarly Communications Sector*. International Science Council Occasional Paper. <http://doi.org/10.24948/2020.04>
- Gibbons, M. 1999. Science's new social contract. *Nature*, Vol. 402, C81–84. <https://www.nature.com/articles/35011576>
- Goodwin, J. 2012. What is “Responsible Advocacy” in Science? Good Advice. Iowa State University, English Conference Papers, Posters and Proceedings. <https://dr.lib.iastate.edu/entities/publication/0a882bb5-a4c2-4987-af5c-22e19a221964>

- Grudniewicz, A., Moher, D., Cobey, K. D., et al. 2019. Predatory journals: no definition, no defence. *Nature*, Vol. 576, pp. 210–12. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03759-y>
- ISC. 2021. *Opening the Record of Science: Making Scholarly Publishing Work for Science in the Digital Era*. Paris, France, International Science Council. <https://council.science/wp-content/uploads/2020/06/2020-02-19-Opening-the-record-of-science.pdf>
- Kaul, I., Grunberg, I. and Stern, M. A. (eds.). 1999. *Global Public Goods: International Cooperation in the 21st Century*. Oxford University Press.
<https://academic.oup.com/book/25545>
- Marshall, E. and Price, M. 2013. U.S. Supreme Court strikes down human gene patents. *Science*, 13 June. <https://www.science.org/content/article/us-supreme-court-strikes-down-human-gene-patents> (Accessed 26 October 2022).
- Mazzucato, M. 2013. *The Entrepreneurial State*. London, Anthem Press.
<https://mariamazzucato.com/books/the-entrepreneurial-state>
- Miyukawa, T. 2020. No raw data, no science: another possible source of the reproducibility crisis. *Molecular Brain*, Vol. 13, Article No. 24. <https://molecularbrain.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13041-020-0552-2#auth-Tsuyoshi-Miyakawa>
- OECD. 2022. Gross domestic spending on R&D (indicator).
<https://doi.org/10.1787/d8b068b4-en> (Accessed 26 October 2022).
- Sample, I. 2020. The great project: how Covid changed science for ever. *The Guardian*, 15 December. <https://www.theguardian.com/world/2020/dec/15/the-great-project-how-covid-changed-science-for-ever>
- Science Editorial. 2003. Statement on science publication and security. *Science*, Vol. 299, No. 5610, p. 1149. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.299.5610.1149>
- UNESCO, n.d. *UNESCO and the Universal Declaration on Human Rights*.
<https://en.unesco.org/udhr> (Accessed 26 October 2022).
- UNESCO, 2021. Draft text of the UNESCO Recommendation on Open Science.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378381.locale=en>
- Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I., et al. 2016. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci. Data*, Vol. 3, Article No. 160018. <https://www.nature.com/articles/sdata201618> (Accessed 21 July 2020).