

Vers une science ouverte francophone en santé. Le champ de l'éducation médicale est aussi concerné

Towards a francophone open science in health. The field of medical education is also concerned

Marie CAULI¹, Etienne LEMARIÉ^{2,*}, et Yves TREMBLAY³

¹ Université d'Artois, Arras, France

² Faculté de médecine, Université de Tours, Tours, France

³ Centre de recherche du Centre hospitalier universitaire de Québec, Université Laval, Québec, Canada

Manuscrit reçu le 24 mai 2022 ; Manuscrit soumis le 25 septembre 2022 ; commentaires éditoriaux formulés aux auteurs le 26 septembre, le 16 novembre et le 13 décembre 2022 ; accepté pour publication le 14 décembre 2022

Résumé–Contexte et problématique : La société des savoirs constitue un changement de paradigme sur la forme et sur le fond. La science ouverte (SO) est un mouvement mondial qui vise à rendre accessible les produits de la recherche et qui s'accélère avec les potentialités technologiques. Elle s'appuie sur un certain nombre de principes : accès et diffusion large et sans entrave, partage et retombée des produits de la recherche avec la société civile. **Contenu et analyse :** La SO comporte un accès libre et gratuit aux articles, un accès aux données sources, une analyse des données, la mise à disposition de pré-prints, l'évaluation ouverte. Dans ce contexte, la francophonie, par l'hétérogénéité de ses situations et son homogénéité linguistique, apparaît comme un terrain privilégié d'observation et d'expérimentation. Le Groupe de réflexion et d'information en science ouverte francophone (GRISOF), qui œuvre à l'amélioration de la recherche francophone dans la science médicale et en santé, propose, à partir de ses acquis, quelques clés pratiques pour le chercheur clinicien, le chercheur en biomédical et en santé publique, oriente sa réflexion vers l'évaluation et intensifie sa feuille de route sur la formation. Si l'anglais est la langue prédominante, le traitement automatique du langage (TAL) constitue une opportunité technologique. L'accès libre aux articles donne une opportunité aux travaux en français de mieux se faire connaître, de même que la traduction numérisée permet d'accéder aux articles d'autres langues. **Conclusion :** L'accès libre aux articles permet d'améliorer la profondeur et l'étendue des connaissances des étudiants. Il constitue une composante essentielle des apprentissages de recherche. Faire participer les étudiants à la publication ouverte de leurs propres travaux est un moyen de les sensibiliser aux pratiques scientifiques ouvertes.

Mots clés : science ouverte, francophonie, formation, recherche

Abstract. Context and background: The knowledge society is a paradigm shift in form and substance. Open Science (OS) is a worldwide movement that aims to make research products accessible and that is accelerating with technological potential. It is based on a number of principles: broad and unfettered access and dissemination, sharing and spin-off of research products with civil society. **Purpose and analysis:** SO includes free and open access to articles, access to source data, data analysis, availability of preprints, open evaluation. In this context, the French-speaking world, through the heterogeneity of its situations and its linguistic homogeneity, appears to be a privileged field for observation and experimentation. GRISOF, which works to improve French-speaking research in medical science and health, proposes, based on its experience, a few practical keys for clinical researchers, biomedical researchers and public health researchers, directs its reflection towards evaluation and intensifies its roadmap on training. If English is the predominant language,

*Correspondance et offprints : Etienne LEMARIÉ, Faculté de médecine, Université de Tours, 10, boulevard Tonnellé, 37032 Tours cedex 1, France.

Mailto : lemarie@med.univ-tours.fr.

automatic language processing (ALP) is a technological opportunity. Open access to articles provides an opportunity for work in French to become better known, just as digital translation provides access to articles in other languages. **Conclusion:** Open access to articles improves the depth and breadth of students' knowledge. It is an essential component of research learning. Engaging students in open publication of their own work is a way to raise awareness of open science practices.

Keywords: open science, francophonie, education, research

Introduction

La science ouverte (SO) est désormais un mouvement mondial qui vise à rendre accessible les produits de la recherche, publique ou privée, et qui s'accélère avec les outils du numérique [1]. Cette dynamique se matérialise dans un foisonnement d'initiatives hétérogènes mais les caractéristiques de la SO échappent encore à beaucoup de chercheurs. Il s'agira dans cet article d'en cerner les contours, en revenant dans une première partie sur son historique et les principales étapes de son évolution, en mettant en perspective le contexte qui a contribué à son émergence, en recensant les questions fondamentales qui la traversent et en essayant d'explorer les voies prévisibles de concrétisation et de développement. Dans une seconde partie, l'article tentera de montrer des exemples d'action, dans la recherche en sciences de la santé, qui inclut le champ de l'éducation médicale, au-delà de la simplification des recommandations internationales, et qui s'attachent à l'objectivation des principes que la SO préconise.

Une histoire longue, des développements inattendus

Si la notion de SO semble récente, son origine remonte à l'implantation des bibliothèques regroupant des collections accessibles au public. Jusqu'au milieu du XX^e siècle, ce sont les sociétés savantes qui, en créant les revues, se chargeront de faire connaître les travaux des scientifiques. Depuis, le système de l'édition scientifique a pris le relais. Il est devenu une industrie florissante qui impose son prix et son modèle. Il induit le résultat actuel : les chercheurs s'occupent de tout, de la production des données à la rédaction et à la révision. Ils produisent, ils mettent en forme, ils corrigent les articles scientifiques. Les chercheurs sont rémunérés par l'argent public ou les fonds de recherche et les universités paient les abonnements.

L'émergence de l'accès ouvert

On date l'émergence de l'accès ouvert à l'année 1991, année de création de deux dépôts ArXiv en physique et en mathématiques avec des chercheurs déjà rompus aux partages des données entre pairs. Parallèlement, les conservateurs des bibliothèques, faisant face au prix exponentiel des abonnements, promeuvent l'accès ouvert. Ils sont soutenus par un ensemble d'acteurs issus du monde académique ayant pressenti les possibilités offertes par les outils numériques en matière de publication.

Portées au niveau politique, trois déclarations, *Budapest open access initiative 2002* [2], *Bethesda statement on open access publishing* [3] et *Berlin declaration on open access to knowledge in the sciences and humanities* [4], formalisent une définition et les conditions de l'accès ouvert. Celles-ci contiennent en germe les deux volets principaux qui le caractérisent : l'édition de revues électroniques en libre accès et l'ouverture de plateformes de dépôts d'articles. Face à cet enjeu, la France, qui a été un acteur historique dans ce domaine, a promulgué une loi pour la République numérique [5], permettant de systématiser l'accès ouvert aux données selon le principe FAIR (Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables, Réutilisables), ainsi qu'aux codes sources. Cette loi contient une disposition qui permet à tout chercheur, financé sur fonds publics, de déposer ses publications sur une archive ouverte, dans le respect des conventions et des réglementations. Depuis 2018, elle s'est dotée de plans nationaux qui ont permis des avancées majeures pour systématiser la structuration et le développement de cet objectif.

L'Europe produit plus de publications scientifiques que les États-Unis et la Chine, mais les États-Unis restent leader en matière d'excellence [6]. Son engagement fait naître un ensemble de programmes autour de l'accès ouvert de la recherche et des données. La charte de l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* [UNESCO]) « Projet de recommandation sur une science ouverte » se positionne dans ce registre [7]. Les déclarations successives nationales ou internationales, telles celles du Fond de recherche du Québec (<https://frq.gouv.qc.ca/>), convergent sur un ensemble de principes qui peuvent se résumer par les propositions clés suivantes : accès et diffusion large et sans entrave de la recherche, partage et retombées de la recherche en faveur de la société, appui sur les potentialités technologiques. Reste à mettre en place un environnement propice à son développement honnête et intègre, et à créer les infrastructures correspondantes, ce qui ne va pas de soi.

La société des savoirs : un changement de paradigme sur la forme et sur le fond

Le numérique et son potentiel technique ont été le creuset de ce mouvement. Aujourd'hui, les outils numériques sont partout et personne ne peut y échapper, que ce soit pour s'inscrire à l'université, accéder à la documentation, publier un article. La puissance des outils numériques a accru la densité de production et la vitesse de la diffusion.

Plus rien désormais n'est et ne sera accessible s'il ne passe pas par le numérique. C'est dire à quel point ces dispositifs sont les premiers leviers de la SO. L'observation des pratiques des jeunes chercheurs est éloquent à cet égard [8]. Ceux-ci représentent une catégorie particulière de plus en plus inscrite dans une compétition globalisée, de médiatisation et de valorisation des résultats. Ils ont découvert et multiplié l'usage des outils au cours de leur thèse, au fil des navigations ou par des recommandations, afin d'accéder le plus rapidement possible et le plus directement aux articles, de gérer des références bibliographiques, de partager des documents. Ils développent des pratiques numériques qui leur permettent d'être dans la course, de rechercher des informations, d'augmenter leur visibilité sociale sans nécessairement questionner leur origine ou les conséquences de leurs pratiques. Leurs comportements sont autant d'indicateurs qui nous renseignent sur les transformations concrètes favorables à une libre circulation des connaissances et à un accès ouvert. L'enquête Couperin de 2019 a relevé les différences disciplinaires dans les sciences du vivant et de la médecine. Les chercheurs paient fréquemment des frais de publication des articles (*Article Processing Charges* [APC]) dans des revues en *open access* [9]. Ils nous donnent des éléments de décryptage sur de nouveaux modèles en émergence. Ils annoncent une redéfinition des relations entre chercheurs, éditeurs et bibliothèques. Au centre, les plateformes numériques qui facilitent la production de la recherche, les réseaux sociaux et enfin les wikis et blogues suscitant l'interactivité, la participation et la collaboration. Tous ces signes avant-coureurs permettent d'apprécier un changement de paradigme en direction de la SO.

Ces évolutions doivent se replacer dans un contexte de crise de confiance envers la science. Il a fallu le virus de la Covid pour raviver les passions qui couvaient. Il est vrai que cette épidémie se distingue des précédentes en ce qu'elle a pu paralyser la vie économique, sociale et culturelle, et qu'elle a dynamisé plus qu'aucune autre les travaux de recherche dans le domaine médical. De très nombreuses questions se sont rapidement posées sur le vaccin, les effets secondaires, le virus et la communauté scientifique a réagi promptement car la gestion médicale des patients et les orientations sanitaires s'appuient sur des conclusions scientifiques. Ce contexte d'urgence a contribué à l'explosion des publications dont certaines, de mauvaise qualité voire frauduleuses. Les dérapages sont apparus à toutes les étapes de la publication scientifique, de la collecte de données à la publication. Déjà, différents scandales sanitaires avaient jeté l'opprobre sur des chercheurs soupçonnés de succomber aux influences politiques, médiatiques et économiques, notamment avec le Médiateur [10]. De nombreuses révélations avaient soulevé des conflits d'intérêts en raison des liens noués entre chercheurs et industriels [11]. Mais les incohérences identifiées dans des études publiées dans une des revues les plus prestigieuses en sciences de la santé, *The Lancet*, et les pratiques de recherche discutables ont été montrées du doigt. Des questions d'initiés ont été dès lors introduites dans le débat public sur la manière dont se faisait

concrètement la science [12], abreuvant le citoyen ordinaire d'informations perturbantes sur le bricolage des données, les biais, les erreurs de mesure ou d'échantillonnage, le tout sans pédagogie scientifique. Tous ces éléments ont produit des effets en chaîne et ont eu un retentissement mondial. Car ces petits arrangements ne sont pas anodins [11]. Ils ont une portée à la fois sur les soins à prodiguer, mais aussi sur les orientations en santé publique et donc sur la vie des patients.

Ils ont amené à se pencher à la fois sur ce qui a provoqué ces nouveaux scandales mais aussi sur les causes structurelles qui y ont conduit, notamment la manière dont est financée la recherche ainsi que le bien-fondé d'une recherche publique. Car d'un côté, la médecine a besoin d'argent, faute de financements publics suffisants, de l'autre, les risques des liens d'intérêt sont probants. Ils ont confirmé la nécessité d'engager une réflexion profonde sur la grande insatisfaction des chercheurs, une réelle information scientifique du public. En résumé, elle a été une occasion unique pour revisiter tout un système allant de la production de la science, à son évaluation et à sa diffusion.

L'hégémonie de l'anglais

Parmi ces questions fondamentales, la question de l'hégémonie de la langue anglaise revient à la charge [13]. Car la production scientifique, réduite aux publications, est recensée à partir d'un petit nombre de revues internationales indexées et de haut prestige, qui sont contrôlées largement par les communautés scientifiques anglophones ou anglo-centrées, et par leurs maisons d'édition. Aussi, publier chez des éditeurs de référence anglophone est désormais un passage obligé pour répondre à des objectifs de visibilité internationale, s'engager et faire progresser une carrière universitaire. Mais aujourd'hui, d'autre voix se font entendre plus distinctement. Car la pandémie a mis au grand jour les difficultés d'accéder à des résultats de recherche en anglais, décisifs pour faire face à cette épidémie. Sur les 315 000 articles comportant le mot-clé Covid-19 et référencés dans Pubmed jusque fin 2022, 1890 sont en français. De même, l'époque actuelle, riche en progrès médicaux, suppose que chaque médecin doit se tenir informé très régulièrement des dernières avancées techniques, médicamenteuses et chirurgicales. Or, pouvoir participer activement à des échanges internationaux, prendre connaissance des derniers résultats de la recherche, suppose une fluidité linguistique alors que les problèmes de communication sont une difficulté supplémentaire. On se rend compte aussi que face à la circulation des patients, on a besoin de communiquer en plusieurs langues, qu'enfin souvent le niveau d'anglais dans la zone francophone n'est pas suffisant, variable selon les étudiants en médecine, les enseignants chercheurs, et selon les générations.

Le pluralisme linguistique dans le processus scientifique

Devant ces constats accablants, différentes études françaises [14] ont montré que le processus scientifique est un continuum plurilingue où plusieurs langues sont

mobilisées, que le français tient une place solide lors de la phase de l'élaboration alors que celle de la circulation privilégie l'anglais qui devient la langue exclusive d'une partie congrue de la recherche, celle de la partie visible [15]. L'analyse qualitative des activités et des sous-activités effectuées par les chercheurs a montré qu'elles se font généralement dans la langue maternelle, traduites par nécessité en anglais. Par contre, la sphère de la circulation du savoir scientifique qui se décline à travers la lecture, la rédaction–publication de textes, la présentation orale des résultats (conférences, papiers, communications) se fait principalement en anglais. Quant à l'activité de vulgarisation, celle-ci se fait principalement en langue maternelle ou soumise à un double processus de traduction, d'une langue étrangère au français et de la langue scientifique à la langue ordinaire. Enfin, la sphère de la formation scientifique et professionnelle liée à la formation, de base et avancée, des chercheurs se fait aussi dans la langue maternelle même s'il existe une volonté de plus en plus affirmée d'inclure une partie de l'enseignement en anglais. Cela signifie que de plus en plus de scientifiques non anglophones publient en anglais alors qu'ils poursuivent leurs recherches et leurs enseignements dans leur propre langue [16]. D'autres travaux ont montré que publier en anglais ne signifiait pas nécessairement une meilleure circulation des travaux au vu de la concentration de l'expertise dans le monde anglo-saxon, l'origine du publiant y jouant un rôle. Il réduit au contraire le nombre de publiants. Enfin, les travaux des linguistes font le constat que cette langue hégémonique formate notre pensée, d'autant plus que la standardisation de la langue anglaise désignée sous le terme de *globish* la vide de son contenu culturel, asséchant les subtilités du contexte et mettant en péril la diversité linguistique [17].

Alors fatalisme ou ignorance? Cette situation tenue pour acquise soulève des contradictions difficiles à contrecarrer car beaucoup considèrent cet état de fait comme immuable, argument à revisiter au vu des nombreux travaux sur le sujet qui démontrent le contraire. Cependant, au moment où la communauté scientifique internationale se trouve désormais interpellée sur le sens de sa mission, les potentialités technologiques font entrevoir des dynamiques plus favorables, susceptibles de réduire les barrières d'accès aux espaces internationaux de la science.

Le traitement automatique du langage (TAL) : une opportunité technologique

Comme nous l'avons souligné, la langue est un vecteur principal d'échange entre les chercheurs mais reste un obstacle pour le partage des contenus qu'elle véhicule. Il est donc nécessaire soit d'apprendre d'autres langues que sa langue maternelle, soit d'avoir recours à la traduction pourvu qu'elle soit de qualité mais elle est coûteuse. À ce jour, la traduction humaine reste encore plébiscitée mais la traduction assistée par ordinateur est en évolution rapide. De plus, de remarquables avancées sont réalisées dans le domaine de la traduction grâce au grand nombre de

données, à la puissance et la rapidité de calcul, et à l'intelligence artificielle [18]. À partir d'immenses corpus, différents systèmes statistiques et/ou neuronaux sont utilisés, modélisant le langage et les opérations, permettant de traduire plusieurs langues ou apprenant à traduire de nouvelles langues. Elles conçoivent des interfaces de plus en plus ergonomiques et elles facilitent le traitement des opérations (production, recherche, classement, lecture, analyse, traduction) [19]. Si de tels outils existent et se développent, c'est qu'ils se présentent comme des moyens efficaces pour lire un document dans sa langue natale, pour chercher des documents pertinents dans des bases documentaires, pour interroger des bases de données. De plus, d'après les projections, elles auraient la capacité de produire des traductions simultanées très proches de la qualité de la traduction humaine même si des limites subsistent pour transférer l'implicite de l'activité langagière car la machine l'ignore. Quoi qu'il en soit, elles apportent une réponse technique à des besoins accrus de traduction médicale [20] : documents adressés à des patients, protocoles d'essais cliniques, écrits promotionnels, articles de recherche, documents juridiques, notices de médicaments, antécédents médicaux, articles de vulgarisation, informations adressées à des spécialistes, ouvrages de médecine, etc.

Leur impact est à conjuguer avec d'autres propositions technologiques. Celles-ci sont attendues à travers l'organisation et le déploiement des systèmes techniques interopérables qui donnent la possibilité de passer d'une conception statique à une conception dynamique des différents systèmes, de les faire communiquer entre eux. Il faut donc tenir compte des différentes implications du numérique, d'autant plus que leurs effets s'accroissent, s'amplifient et que d'autres « révolutions » se profilent. De plus, il semble utile d'évoquer les avancées concernant l'apprentissage des langues et le renversement de point de vue qui s'est opéré à partir des travaux de linguistes portant sur les langues romanes. En effet, cette approche met l'accent sur les connexions que les langues romanes ont entre elles et soulignent le potentiel d'intercompréhension entre des langues comme le français, l'italien, l'espagnol, le portugais. Retourner aux sources, s'appuyer sur leur filiation commune, étudier leur variation interne pourrait donner un coup de pouce aux langues latines et, de manière générale, valoriser le plurilinguisme en exploitant leur proximité et leurs ressemblances. Face aux traductions de l'anglais ou vers l'anglais, la performance attendue des outils de traduction peut redonner une seconde vie à des grands groupes linguistiques. Sans forcément pouvoir fournir de certitudes actuellement, ces hypothèses qui pourraient bénéficier à la francophonie et ses millions de locuteurs ne doivent pas être sous-estimées ou négligées par les chercheurs eux-mêmes, car ils sont susceptibles de contribuer à redistribuer les cartes dans le domaine de la recherche [21]. Ils laissent entrevoir des changements de grande ampleur, inaugurant des bouleversements radicaux dans le domaine médical mais aussi dans le paysage linguistique [22].

La francophonie : un laboratoire potentiel pour la science ouverte ?

La francophonie présente l'intérêt à la fois de regrouper dans son espace des situations hétérogènes propices à nourrir des projections en ce qui concerne la SO mais aussi de reposer la question philosophique fondamentale de la diversité linguistique. La francophonie est une réalité géographique, une réalité dynamique qui représentera dans les années 2050 près de 10 % de la population mondiale au lieu des 3,5 % aujourd'hui. Cette zone dépasse l'Europe et le continent africain, elle s'étend aux Amériques, à l'Asie et à l'Océanie. Les pays africains constituent l'essentiel de ses membres, jeunes pour la plus grande majorité dont sont issus les étudiants d'aujourd'hui et les doctorants de demain. En effet, pour les 700 millions ou plus de locuteurs que l'on évalue pour les années 2050, l'enjeu est crucial [14]. Ce chiffre doit nous interpeller car il dit beaucoup des enjeux à venir. Il est à mettre en parallèle avec des changements géopolitiques majeurs qui se sont produits au cours des trente dernières années, avec l'essor de puissances émergentes (Brésil, Russie, Inde, Chine, Afrique du Sud). Ainsi, le centre de gravité de la planète s'est déplacé vers l'Asie et vers les pays du Sud, effritant la promotion d'une planète monolingue.

Dans le domaine de la recherche, la francophonie s'inscrit dans une relation pyramidale où excellent les pays riches de langue anglaise, ou l'ayant adoptée, et où peinent les pays qui s'y inscrivent avec les difficultés qui s'y associent, enfin, ceux qui tentent de s'adapter et s'arrimer au modèle « licence, master, doctorat » (LMD) dominant. Conséquence de cet état de fait, elle est pratiquement exclue de la compétition mondiale, quasiment exclue de la compétition internationale. Conséquences pour les chercheurs, sans un nombre suffisant de publications, pas de postes [23]. Conséquences au niveau de la production scientifique, un volume de production faible ou invisible. Or la qualité de la médecine s'appuie sur l'actualisation des connaissances et suppose une plus grande réactivité à la fois scientifique mais aussi pratique. Tous ces aspects invitent à se pencher sur ces iniquités où la SO apparaît comme une nouvelle clé d'action.

Ainsi dans ce contexte, qui pourrait s'opposer à ce mouvement politique général de développement de la SO, même initié dans les pays riches ? Les éditeurs de la presse médicale l'ont bien compris et ont changé leur modèle économique en mettant en accès libre une partie des publications et articles. Pour les uns, la SO peut accélérer la diffusion et la rentabilisation des résultats de la recherche, favoriser l'innovation, etc. Elle représenterait une mine d'or financière et économique. Pour d'autres, elle serait un formidable vecteur de démocratisation des connaissances. Elle serait en quelque sorte une réponse partielle mais conséquente à une partie importante des difficultés de toutes sortes dans lesquelles baignent les pays qui ne disposent pas de moyens suffisants. Mais le développement de la SO, spécifiquement dans le domaine médical [15], soulève bien des dilemmes à résoudre et des

obstacles à surmonter, déjà même dans la manière de la concevoir. S'il est illusoire de penser que les chercheurs des pays riches disposent des services numériques adaptés à leurs besoins dans un environnement sécurisé techniquement et juridiquement, les décalages avec les pays qui ne disposent pas des mêmes possibilités économiques et technologiques sont patents. Pour les pays bien dotés, le libre accès se pense par le développement des outils juridiques, techniques et une convergence des orientations ministérielles, universitaires, des laboratoires, des chercheurs. Il n'en est pas de même dans les pays à ressources limitées. Au centre, trois défis clés sont à résoudre, le rôle de l'état, les infrastructures et le réseau internet lent, les chercheurs eux-mêmes [15]. Ils ont des conséquences non négligeables sur la recherche biomédicale que l'on présente comme universelle. Aussi, la SO contraste singulièrement avec la simplification des orientations ministérielles. Si éditeurs, universités, agences de financement, ministères semblent d'accord sur la nécessité et le développement de la SO, le chemin pour y parvenir ne fait pas l'unanimité. Force est de constater que de nombreux travaux et rapports sont davantage tournés vers le niveau macro et l'élaboration des politiques institutionnelles, illustrée par le nombre important de recommandations, de plans, d'orientations, de plaidoyers ou par la mise en place de dispositifs techniques. Établissement de principes pour changer de cap, négociations avec les maisons d'édition et « accords transformants », critères d'attribution des financements des agences de recherche, plateforme en ligne de dépôt, les voies sont multiples. Mais au quotidien, les chercheurs qui vivent de l'intérieur cette agrégation de micro-changements, sont au premier plan pour penser la distorsion entre les recommandations et les réalisations, et davantage préparés conceptuellement pour infléchir le cours des évolutions, pour proposer des solutions de bon sens, évidentes et incontestables que nul ne peut prédire aujourd'hui comme irréalistes. De même, l'usage que font les enseignants des dispositifs techniques liés aux activités pédagogiques change fondamentalement les pratiques professionnelles et ont un impact sur les activités de formation. La mobilisation des ressources documentaires, l'accès gratuit ou payant, les moteurs de recherche utilisés, le partage des données traduisent la dynamique engagée et la façon dont les enseignants ont renouvelé leurs pratiques dans ce domaine. Il semble donc pertinent de se tourner vers les utilisateurs et les pratiques particulières qu'il s'agit de faire évoluer. Dans le domaine de la santé, l'adoption et l'appropriation réelle des principes et des pratiques de la SO fait encore défaut et peine à se diffuser. Un programme d'études dont un premier principe serait d'accroître la sensibilisation à la SO et l'acquisition d'un ensemble de compétences qui ne font pas nécessairement partie de la formation en santé devient une condition pour développer des usages vertueux.

De nombreuses initiatives œuvrent dans ce sens. À titre d'exemple, le Groupe de réflexion et d'information en science ouverte francophone (GRISOF ; grisof.org), émanation de la Conférence internationale des doyens et des facultés de médecine d'expression française (CIDMEF), en

s'appuyant sur ses acquis et son cadre d'exercice francophone, travaille à la concrétisation de certains principes dans le domaine de la recherche médicale et en santé et tente de construire une stratégie pratique d'expérimentation, pour poser une pierre supplémentaire à un modèle en construction.

Matérialiser la science ouverte dans la recherche médicale et en santé francophone

Avancer vers la SO est un défi qui ne se résume pas à la mise en place d'outils mais implique tous les acteurs de la recherche : étudiants, chercheurs, universités et organismes de recherche, sociétés savantes, éditeurs scientifiques, et différents paliers gouvernementaux. La SO implique des interventions à toutes les échelles du système :

- sur les modèles économiques de l'édition. Elle nécessite de lever les freins matériels ou immatériels des infrastructures et des modes d'encadrement de la recherche ;
- sur des dispositifs techniques innovants comme les centres de traduction pour réduire les barrières d'accès aux espaces internationaux de la science, sur les banques de données francophones et anglophones. Les plateformes pré-prints sont devenues centrales pour améliorer la qualité de la recherche et des publications ;
- sur la recherche elle-même en revenant sur les concepts-clés de l'évaluation. Les indicateurs ont des effets profonds sur les financements, les comportements et les pratiques des chercheurs. Ils dévalorisent l'enseignement, nuisent à la vulgarisation scientifique et freinent l'urgence de l'interdisciplinarité [15] ;
- sur la formation qui doit sensibiliser et intensifier la formation des jeunes chercheurs et des bibliothécaires.

C'est autour de ces dernières entrées que le GRISOF conduit des opérations concrètes en direction du chercheur clinicien, biomédical ou de santé publique. Son champ d'action s'est par ailleurs intensifié face aux dangers liés au rythme exponentiel des publications, à l'explosion des revues prédatrices, aux incidences sociétales des biais et interprétations fallacieuses, dans un climat de contestation de la science. Les premières réalisations en réponse à ce contexte, sont déjà mises en œuvre : reconnaître les revues prédatrices, appréhender le système des prépublications (pré-prints), contribuer à la qualité des publications et à l'intégrité scientifique.

Revues prédatrices

Les revues prédatrices ont profité des modèles *publish or perish* et de l'auteur-payeur pour s'installer dans le marché de l'édition, grâce à internet et au numérique. Ces revues sont caractérisées par des sollicitations trompeuses telles que la publication rapide moyennant finances, l'absence de précisions sur l'éditeur et le comité éditorial, peu ou pas d'examen par les pairs [24]. Elles peuvent être définies comme des entités « privilégiant l'intérêt personnel au détriment de la recherche et se caractérisent par

des informations fausses ou trompeuses, un écart par rapport aux bonnes pratiques éditoriales et de publication, un manque de transparence et des sollicitations agressives sans discernement » [25]. Les éditeurs de revues prédatrices vendent leurs services au rabais à des auteurs peu expérimentés ou en début de carrière et désireux d'étoffer rapidement leur *curriculum vitae*. Pour quelques centaines à plusieurs milliers de dollars, l'article est rapidement accepté dans une revue non répertoriée ou d'existence éphémère. Ces articles non référencés peuvent présenter des faiblesses méthodologiques qui conduisent à des résultats non fiables ou comportent des fraudes manifestes (falsification de données, plagiat). La pandémie a renforcé ce mouvement : il existe 10 000 revues officielles et indexées et 30 000 revues prédatrices [24]. Celles-ci entament la crédibilité de la science médicale, à commencer par celle des auteurs mais aussi celle des chercheurs honnêtes et précautionneux de leurs données expérimentales. Afin de renforcer la vigilance à leur égard, le GRISOF a élaboré une plaquette sur les caractéristiques des revues prédatrices, plaquette qui figure en accès libre sur le site grisof.org. Elle constitue un élément important d'un guide pratique francophone plus complet, à venir.

Prépublications (pré-prints)

Les pré-prints sont des rapports préliminaires de travaux qui sont déposés sur des sites qui sont donc accessibles à tous, mais qui n'ont pas été certifiés par un examen par les pairs. Ils ne doivent pas servir à orienter la pratique clinique, les devis de protocoles biomédicaux ou les comportements liés à la santé et ne doivent pas être présentés par les médias comme des informations établies [26]. La diffusion des prépublications sous forme numérique, indépendamment de leur soumission à un rédacteur de revue, a connu un essor rapide à la fin des années 2010. La pandémie Covid-19 a exacerbé le phénomène dans le secteur des sciences de la santé.

Il existe différentes appellations pour un même objet : *preprint*, prépublication, *manuscript d'auteur*, *Pre-refereeing Paper*, *Submitted Version*, *Author's Original* (OA), *Submitted Manuscript Under Review* (SMUR). Le point commun est qu'il s'agit d'un article à différents stades avant publication : il n'a jamais été évalué ou révisé ; il est en cours de relecture par des pairs ; il a été déposé sur une plateforme ou archive dédiée aux pré-prints. Une prépublication peut contenir différentes données originales : cas cliniques, données issues de la recherche biomédicale, des commentaires, des éditoriaux, des analyses d'articles ou de livres.

Quel sont les intérêts du pré-print ?

- Diffusion rapide à une audience élargie pour une visibilité immédiate et publique ;
- incitation à réagir, commenter, recommander ;
- reconnaissance de la paternité d'une recherche ou des idées formulées ;

- documentation de l'historique des idées développées puisque les versions successives d'un manuscrit sont conservées et accessibles ;
- transparence et suivi des discussions associées aux résultats mis en ligne ;
- diffusion gratuite pour l'auteur et accès gratuit pour le lecteur ;
- valorisation des travaux pour les recrutements, les promotions.

Quels sont les risques ?

- La diffusion de pré-prints de mauvaise qualité entache la crédibilité des scientifiques. Des pré-prints de médiocre qualité, des travaux partiels ou inachevés, inondent les plateformes de diffusion parce que leurs auteurs revendiquent une priorité sur un résultat ou une découverte de façon injustifiée ;
- les pré-prints ne sont pas indexés par les bases de données internationales les plus connues (PubMed, Scopus, Web of Science) ;
- la liaison entre les différentes versions de prépublication d'un article et la version finale publiée n'est pas toujours assurée ;
- certains pairs peuvent être moins enclins à considérer des résultats de recherche rendus publics sous la forme de pré-prints parce qu'ils n'ont pas fait l'objet d'une présélection par une revue ;
- les pré-prints n'étant pas encore reconnus par de nombreux bailleurs pour l'octroi d'une bourse ou d'un projet, ils sont vus comme une contribution moindre qu'un article publié.

Quel est le devenir du pré-print ? Deux cas de figure pour l'auteur.

- L'auteur souhaite soumettre son manuscrit à une revue, pour publication. Les conditions d'accès et d'utilisation des différentes versions de l'article sont définies par la revue. Certaines revues n'acceptent pas les manuscrits déposés sous forme de pré-print, alors que d'autres revues déposent elles-mêmes tous les manuscrits reçus sur des plateformes de pré-print. Les droits accordés aux auteurs peuvent être modifiés par un addendum au contrat d'auteur à la demande de l'auteur ou de son institution [27] ;
- l'auteur ne souhaite pas soumettre son article à une revue. Le manuscrit restera sous forme de pré-print s'il est déposé sur une plateforme. Il pourra être commenté par diverses communautés.

Plusieurs sites de dépôt des pré-prints peuvent être recensés : archive ouverte (HAL du CNRS) et serveurs : ArXiv, BioRxiv, PeerJPreprints, ChemRxiv, SocarXiv, engrXiv, PsyArxiv, SSRN (*Social Science Research Network* – Elsevier), F1000Research, Zenodo, [preprints.org](#), medRxiv (en médecine). Les règles de dépôt sont à considérer [28].

Au total, les pré-prints participent à la SO en permettant l'accès précoce aux articles mais avec des risques du fait de l'absence d'évaluation.

L'évaluation des publications

L'évaluation des publications soulève un débat au-delà du monde de la santé [12,29]. Elle est essentielle du fait de son incidence sur la carrière des personnes évaluées, le financement de leur recherche, l'orientation et les pratiques de celle-ci, mais aussi sur la vie et le devenir des centres/instituts et des unités/laboratoires de recherche. Son impact sur la recherche individuelle et collective dépasse le monde académique pour atteindre les milieux socio-économiques et culturels. La traque aux citations s'est accentuée et des indicateurs de performance ont été élaborés pour mesurer le facteur d'impact des revues et la qualité des publications d'un chercheur par le nombre de citations d'un article. L'évaluation bibliométrique a donné lieu à des excès et à de nombreuses dérives qui ne respectent pas les conditions de validité et de pertinence [30]. Sur cette question fondamentale, le GRISOF propose de revenir à quelques principes simples énoncés par Corvol [31] : (1) sans recherche, il n'y a pas de progrès ; le devoir de recherche nous concerne tous ; (2) la recherche est pratiquée avec rigueur et honnêteté par la très grande majorité des chercheurs ; (3) il existe un contrat de confiance tacite entre les chercheurs et la société. Le public doit pouvoir faire confiance à ses chercheurs. Tout manquement à l'intégrité scientifique, toute vérité biaisée, falsifiée, tronquée, rompt ce contrat et risque d'entraîner des conséquences graves au niveau sociétal.

Le partage des données est devenu essentiel. En 2014, le groupe PLoS rendait obligatoire la description, l'archivage et l'accès potentiel aux données pour tout article soumis à l'une de ses revues [29]. En 2015, la société d'édition Elsevier incitait les auteurs à déposer leurs données dans un registre de leur choix [32]. En 2018, l'*International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE) annonçait que ce partage de données devenait obligatoire pour tous les essais cliniques prospectifs soumis aux journaux affiliés à leur structure [33].

La science ouverte dans l'enseignement et la formation

L'instauration d'une pratique d'ouverture de la science s'est accompagnée de développements dans le secteur de la formation et de l'éducation. Ceux-ci sont à replacer dans le cadre du déploiement, depuis une vingtaine d'années, des technologies de l'information et de la communication dans le champ scientifique. La création de réseaux numériques universitaires, de campus numériques, des unités thématiques numériques a inscrit leurs productions dans la mouvance de l'accès libre à la connaissance et a produit des ressources éducatives libres ou *open education*. Selon l'UNESCO [34], les ressources éducatives libres désignent la mise à disposition ouverte de ressources éducatives,

rendue possible par les technologies de l'information et de la communication, pour consultation, utilisation et adaptation par une communauté d'utilisateurs à des fins non commerciales. Ces ressources éducatives sont essentiellement des cours en ligne ouverts à tous (*Massive Open Online Courses* [MOOC]), qui peuvent répondre à plusieurs formats [35]. Le terme peut également englober d'autres supports (plans de cours, diapositives, vidéos, évaluations, logiciels, simulations), proposés gratuitement sous licence, pour les adapter et les redistribuer. Les ressources éducatives libres ont pour objectif de réduire le coût de l'éducation, d'élargir l'accessibilité. Elles permettent aux étudiants d'acquérir les compétences conceptuelles, méthodologiques et analytiques pour mener des recherches [36,37]. La revue de littérature sur ce sujet fait émerger le développement de nouvelles compétences chez les étudiants, telles l'implication, la capacité collaborative, l'adaptabilité, etc. Beaucoup d'enseignements ont développé cet accès libre et publié des recommandations quant à leur utilisation mais ne proposent pas une évaluation approfondie [38].

Par ailleurs, les ressources éducatives libres se différencient des pratiques de SO qui sont exploitées pour la formation. Elles concernent les publications en libre accès : revues, archivage de la documentation axée sur le processus, rapports préenregistrés et enregistrés, processus ouverts d'examen par les pairs. La littérature sur ces pratiques tend à se concentrer sur des questions d'équité [39], de durabilité économique [40] et de réforme de la pratique scientifique [41]. Bien que tous ces aspects renvoient à des questions cruciales, les avantages des pratiques de publication de revues ouvertes en tant qu'outils pédagogiques sont peu mentionnés [42].

Rapportés au domaine de la formation médicale et en santé, ces éléments ouvrent des questionnements spécifiques et mettent simultanément en exergue l'ampleur de la tâche à accomplir. Ceux-ci concernent la nature des savoirs confrontés au rythme incroyablement rapide et exponentiel des connaissances médicales. Ils concernent aussi leur mode d'accès et les modalités de leur transfert ainsi que les manières cognitives d'appropriation des contenus multidimensionnels en flux continu. Ils interrogent les mises à jour constantes, la prise en compte de nouvelles données face à leur obsolescence rapide. Par ailleurs, ils impliquent de s'interroger sur les nouvelles formes des dispositifs d'enseignement et d'apprentissage qui doivent tenir compte de la spécificité de la formation médicale, la recherche occupant une place importante dans la formation. L'enseignement médical est orienté à des fins pratiques de soin et doit répondre à des besoins ciblés. Offrir au bon moment l'information, la connaissance validée, le protocole en tenant compte des transformations de paradigme induites par les technologies et l'intelligence artificielle suppose de réfléchir aux outils les plus performants, à la possibilité et à la manière de prendre connaissance des dernières avancées, à identifier les réponses les plus pertinentes, à faire confiance aux sources trouvées qui aideront à la prise de décision et à la qualité de la prise en charge du patient. En quoi le mouvement de la

SO facilite-t-il l'accès à ce savoir organisé, fiable, impactant la santé des populations, comment trouver et juger de la pertinence des sources documentaires dont l'exploitation requiert du temps, des dispositifs et des acquis méthodologiques ? Tel est un premier champ de réflexion à approfondir.

Un second volet interroge les compléments de contenus à ajouter au corpus de base de la formation et notamment pour ce qui concerne la formation à la pratique de la recherche, qui est une problématique éducative à la fois spécifique et complexe [43]. Dès le début du cursus en santé, l'enseignement traditionnel apporte les bases de la médecine factuelle, l'apprentissage de la documentation, de la rédaction médicale. Dans quelle mesure la SO remplit-elle son objectif et facilite-t-elle l'accès des étudiants, des enseignants, des chercheurs et du public, aux produits de la recherche scientifique ? La SO est impliquée aussi bien dans l'accès aux publications qu'aux données de base [44]. Comment assurer diffusion, transparence, répliquabilité [45] ? Comment enfin inclure la SO et ses composantes : accès aux articles, accès aux données sources, analyse des données, pré-prints, revues prédatrices, évaluation ouverte [46] ? Répondre à ces questions permettra de construire une formation progressive et intégrée et y gagner en force. De nombreux guides ou modules de formation ont été mis en place auprès des doctorants, pressentis pour être les mieux positionnés pour intégrer à la fois de nouveaux comportements, la philosophie et les outils de la SO. Reste l'urgence d'une prise de conscience de l'ensemble des chercheurs, pris au quotidien par des contraintes de toutes sortes, quant aux implications présentes et futures de la SO sur leurs activités. Subsiste enfin tout un pan de réflexion concernant la diffusion de l'éducation à la santé et la capacité pour tout un chacun à trouver et à comprendre une information de qualité. Selon une enquête de la Haute autorité de santé (HAS), les patients ne consultent pas les agences autorisées et ne connaissent pas les sites d'informations médicales référencés. Porteuse d'opportunités, la SO ouvre la voie d'un modèle inspirant de ce que doit être la science et, au-delà de la société à venir, entre les idéaux et la réalité.

Conclusion

Le monde de la recherche a changé. La Covid a révélé un certain nombre de tensions entre enseignement et recherche, entre universités et instituts/centres de recherche, entre chercheurs et gouvernement, entre bailleurs et bénéficiaires. Avec la SO, il est soumis à un ensemble de contradictions : celui d'un principe universel d'ouverture face à des pays placés dans la double fracture scientifique et technologique qui ne permettrait ni d'accéder aux produits de la recherche, ni de les utiliser ; celui d'un secteur concurrentiel de l'édition en contradiction avec la culture de la publication ouverte ; celui d'une demande de diffusion rapide des résultats avec des implications financières érodant l'intégrité scientifique et la reproductibilité des résultats ; celui du partage des données dont

beaucoup se conservent jalousement. Dans cet univers en pleine mutation, les revues médicales en langue française sont à la croisée des chemins car plusieurs problèmes leur sont spécifiques. Comment évolueront-elles ? L'accès libre donne une opportunité aux travaux en français de mieux se faire connaître, de même que la traduction numérisée permet d'accéder aux articles d'autres langues. Il est une condition pour améliorer la profondeur et l'étendue des connaissances des étudiants et des chercheurs. Il constitue une composante essentielle des apprentissages de recherche. Mais au-delà des principes, son développement est conditionné par ce qui pourra motiver les étudiants et les chercheurs à s'approprier ce changement, ce qui reste encore à construire aujourd'hui.

Contributions

Les trois auteurs ont contribué de façon égale et solidaire à l'élaboration des différentes versions de l'article

Approbation éthique

Non sollicitée car sans objet.

Liens d'intérêts

Aucun auteur ne déclare de conflit d'intérêts en lien avec le contenu de cet article

Références

1. Roche J. Science ouverte. In: Cauli M, Favier L, Jeannas JY (eds.). Dictionnaire du numérique. Paris: ISTE Group, 2022:287-90.
2. Budapest Open Access Initiative. The original Declaration and guidelines to make research free and available to anyone with internet access and promote advances in the sciences, medicine, and health. 2001 [On-line]. Disponible sur : <https://www.budapestopenaccessinitiative.org/read/french-translation/>.
3. Déclaration de Bethesda pour l'édition en libre accès. 2003 [On-line]. Disponible sur : <https://www.ouvrirlascience.fr/declaration-de-bethesda-pour-ledition-en-libre-acces>.
4. Déclaration de Berlin sur le libre accès à la connaissance en sciences exactes, sciences [de la vie, sciences humaines et sociales]. 2003 [On-line]. Disponible sur : <https://www.ouvrirlascience.fr/declaration-de-berlin-sur-le-libre-acces-a-la-connaissance-en-sciences-exactes-sciences-de-la-vie-sciences-humaines-et-sociales>.
5. Gouvernement. Pour une République numérique. 2021 [On-line]. Disponible sur : <https://www.gouvernement.fr/action/pour-une-republique-numerique>.
6. Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcérs). L'Europe produit plus de publications scientifiques que les États-Unis et la Chine. 2019 [On-line]. Disponible sur : <https://www.hceres.fr/fr/actualites/leurope-produit-plus-de-publications-scientifiques-que-les-etats-unis-et-la-chine>.
7. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)/Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture. Recommandation de l'UNESCO sur une science ouverte. 2021 [On-line]. Disponible sur : https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_fre.
8. Lantian A. Les pratiques de recherche ouvertes en psychologie. *Psychologie française* 2021;66:71-90.
9. Rousseau-Hans F, Ollendorff C, Harnais V. Les pratiques de publications et d'accès ouvert des chercheurs français en 2019: analyse de l'enquête Couperin 2019. Consortium Couperin. 2020 [On-line]. Disponible sur : <https://www.science-ouverte.cnrs.fr/actualite/enquete-couperin-pratiques-de-publication-de-la-recherche/>.
10. Lambert R. Plombiers en blouse blanche. *Le Monde diplomatique* 2020:28.
11. Martin J. Recherche bio-médicale : intérêts privés et intérêt public. *Santé Publique* 2001;13:89-93.
12. Anichini G. Le côté « obscur » de la science. *Revue d'anthropologie des connaissances* 2017;11-1 [On-line]. Disponible sur : <http://journals.openedition.org/rac/1574>.
13. Adami H. La domination de l'anglais est-elle inéluctable ? *Revue Française de Linguistique Appliquée* 2018;23:89-103.
14. Boutin B. L'élan de la francophonie : une communauté de langue et de destin. Fondation pour l'innovation politique, 2018 [On-line]. Disponible sur : https://www.fondapol.org/app/uploads/2020/05/124_FRANCOPHONIE_I_2018-03-12_web-1.pdf.
15. Karpik L. Performance, excellence et création scientifique. *Revue française de socio-économie* 2012;10:113-35.
16. Preisler B, Klitgard I, Fabricius AH. Language and learning in the International University: from English uniformity to diversity and hybridity. Bristol, Blue Ridge Summit: Multilingual Matters, 2011.
17. Oustinoff, M. La diversité linguistique, enjeu central de la mondialisation. *Revue française des sciences de l'information et de la communication* 2013;(2) [On-line]. Disponible sur : <https://doi.org/10.4000/rfsic.328>.
18. Poibeau T. On natural language processing tools and digital humanities. "Tool Criticism 3.0" Workshop. Digital Literary Stylistics (SIG-DLS), 2020 [On-line]. Disponible sur : <https://dls.hypotheses.org/1110>.
19. Larssonneur C. Intelligence artificielle ET/OU diversité linguistique : les paradoxes du traitement automatique des langues. *Hybrid* 2021;(2) [On-line]. Disponible sur : <http://journals.openedition.org/hybrid/650>.
20. Martínez L. L'impact de la technologie sur les traductions spécialisées. Le cas de la traduction médicale. *Des mots aux actes* 2019;(8):309-26 [On-line]. Disponible sur : <https://hal.inria.fr/hal-02927915/>.
21. Humphreys F, Madelain A. Internationalisation de la recherche, prescriptions linguistiques et enjeux de la traduction. *Écrire l'histoire* 2019;19:45-52. [On-line]. Disponible sur : <https://journals.openedition.org/elh/1848>.
22. Gajo L. Le plurilinguisme dans et pour la science, enjeux d'une politique linguistique à l'université. *Sciences Europe* 2013;8:97-109 [On-line]. Disponible sur : <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:81029/ATTACHMENT01>.
23. Kojoué L. Tu seras docteur, mon enfant. Paris : L'Harmattan, 2017.
24. de la Blanchardière A, Barde F, Peiffer-Smadja N, Maisonneuve H. Revues prédatrices : simples miroirs aux alouettes ou menaces graves pour la recherche ? 1 Comprendre et reconnaître les revues prédatrices. 2021 [On-line]. Disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02972956v2/document>.
25. Grudniewicz A, Moher D, Cobey KD, Bryson GL, Cukier S, Allen K, et al. Predatory journals: no definition, no defence. *Nature* 2019;576:210-2.

26. Maisonneuve H. COVID-19: les préprints ont envahi la médecine... avec un départ fulgurant... c'est bien, mais les médias n'ont rien compris. Rédaction médicale et scientifique/Revue et intégrité. 2020 [On-line]. Disponible sur : <https://www.redactionmedicale.fr/2020/04/covid-19-les-preprints-ont-envahi-la-medecine>.
27. Deboin MC. Protéger vos droits d'auteur, en 4 points. Montpellier: Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), 2011 [On-line]. Disponible sur : <https://coop-ist.cirad.fr/etre-auteur/protéger-vos-droits-d-auteurs/2-connaissiez-vos-droits-patrimoniaux>.
28. Bourne P. Ten simple rules to consider regarding preprint submission. PLoS Comput Biol 2017;13(5):e1005473.
29. Bloom T, Ganley E, Winker M. Data access for the open access literature. PLoS Med 2014;11(2):e1001607.
30. Maisonneuve H, Plaud B, Caumes E. Pandémie à SARS-CoV-2 : éthique et intégrité oubliées devant la précipitation pour publier. La Presse médicale formation 2020;1:572-81.
31. Corvol P, Maisonneuve P. Les règles régissant l'intégrité scientifique doivent être comprises et enseignées. Rev Prat 2016;66:1137-42.
32. Gruttemeier H. DataCite au service des données scientifiques – identifier pour valoriser. In: Broudoux E, Chartron G (sous la direction de) . Big Data – Open Data : quelles valeurs ? Quels enjeux ? Actes du colloque « Document numérique et société », Rabat, 2015. Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur, 2015:229-40.
33. Gopal AD, Wallach J, Aminawung J, Gonsalves G, Dal-re R, Miller J, et al. Adherence to the International Committee of Medical Journal Editors' (ICMJE) prospective registration policy and implications for outcome integrity: a cross-sectional analysis of trials published in high-impact specialty society journals. Trials 2018;19:448 [On-line]. Disponible sur : <https://doi.org/10.1186/s13063-018-2825-y>.
34. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)/Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture. Les ressources éducatives libres. 2019 [On-line]. Disponible sur : <https://www.unesco.org/fr/communication-information/open-solutions/open-educational-resources>.
35. Caire-Fon N, Poellhuber B, Audetat M-C., Charbonneau A, Crevier F, Berube B. Les Massive Open Online Course (MOOC) sont-ils une méthode utile en pédagogie médicale ? Éléments de réponse avec l'exemple du MOOC. Processus de raisonnement clinique. Pédagogie Médicale 2017;18:47-50.
36. Feldstein A, Martin M, Hudson A, Warren K, Hilton J, Wiley D. Open textbooks and increased student access and outcomes. European Journal of Open, Distance and E-Learning 2012.
37. Hilton J. Open educational resources, student efficacy, and user perceptions: a synthesis of research published between 2015 and 2018. Education Tech Research Dev 2020;68:853-76.
38. Evans F, Krottinger A, Lilaonitkul M, Khaled H, Pereira G, Staffa J, et al. Evaluation of Open Access Websites for Anesthesia Education. Anesth Analg 2022;135:1233-44.
39. Kovanis M, Porcher R, Ravaud P, Trinquart L. The global burden of journal peer review in the biomedical literature: strong imbalance in the collective enterprise. PLoS One 2016;11(11):e0166387.
40. Legge M. Towards sustainable open access: a society publisher's principles and pilots for transition. Learned Publishing 2020;33:76-82.
41. Foxe J, Bolam J. Open review and the quest for increased transparency in neuroscience publication. Eur J Neurosci 2017;45:1125-6.
42. Kararo M, McCartney M. Annotated primary scientific literature: a pedagogical tool for undergraduate courses. PLoS Biol 2019;17(1):e3000103.
43. Jouquan J. La formation à la recherche au cours des études médicales : quelques considérations, quelques questions et quelques pistes. Pédagogie Médicale 2018;19:109-12.
44. Allen C, Mehler DMA. Open science challenges, benefits and tips in early career and beyond. PLoS Biol 2019;17:e3000246.
45. McKiernan E, Bourne P, Brown C, Buck S, Kenall A, Lin J, et al. How open science helps researchers succeed. Elife 2016;5:e16800.
46. Bukach N, Reed C, Couperus J. Open science as a path to education of new psychophysiolgists. Int J Psychophysiol 2021;165:76-83.

Citation de l'article : Cauli M, Lemarié E, Tremblay Y. Vers une science ouverte francophone en santé. Le champ de l'éducation médicale est aussi concerné. Pédagogie Médicale 2023;24:193-202