

Promouvoir la science et l'innovation par un partage de la connaissance et une « science ouverte »

Diffuser les connaissances à travers les grands colloques Internationaux, les revues scientifiques, et la communication libre et rapide entre chercheurs et innovateurs

Erol Gelenbe¹, Véronique Dehant¹, Véronique Halloin², Jean-Paul Haton¹,
Michel Judkiewicz¹, Bernard Rentier¹, Romain Weikmans³, Guy Brasseur¹
Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique

Le développement de la science et de l'innovation associe différents acteurs de la société qui contribuent au progrès des connaissances, et donc au développement économique, social et culturel. Ces acteurs sont les scientifiques, mais aussi des entreprises de petite, moyenne ou grande taille, les collectivités territoriales, les villes, les grands ensembles nationaux, l'Europe et les citoyens. L'Internet a accéléré la diffusion d'informations variées au sein de ce grand ensemble d'acteurs, et ceci nous oblige donc à maintenir une "science ouverte" qui permet de vérifier rapidement la validité d'informations qui peuvent avoir une importance pour notre bien-être, notre sécurité et notre santé.

La récente crise de la COVID-19 a montré de manière évidente que la gestion de la crise, les déclarations infondées et les pressions de l'opinion ne peuvent se substituer aux exigences de la démarche scientifique, à une recherche structurée, objective et transparente et à une évaluation par les pairs. Elle illustre la nécessité absolue d'une transition vers une "science ouverte".

Ainsi les résultats de la recherche, et notamment de la recherche qui est financée sur deniers publics, doivent être accessibles et les connaissances qui en résultent doivent rester librement disponibles, sans frais, pour tous les citoyens. Le partage ouvert des connaissances n'empêche pas la valorisation légitime de certaines connaissances à travers la prise de brevets et la propriété intellectuelle des inventeurs et innovateurs.

En outre, l'utilisation croissante des résultats d'une discipline dans une autre, par exemple de la chimie et la physique dans la biologie, ou des outils de l'ingénierie (comme la robotique) dans la médecine, ou encore l'usage de l'informatique dans pratiquement toutes les disciplines, accroît le besoin de partager et transférer rapidement les connaissances entre acteurs et disciplines.

Ce partage à travers la communication se fonde à la fois sur les publications dans des revues scientifiques, l'organisation de séminaires et de grandes conférences internationales, l'éducation et la vulgarisation. A ces moyens, viennent s'ajouter les technologies de l'information et de la communication, qui offrent désormais les principaux moyens matériels pour le stockage et la diffusion des connaissances.

1) Membres ou Membres Associés de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique

2) Secrétaire Générale du Fond National de la Recherche Scientifique (F.N.R.S.)

3) Chercheur Postdoctoral F.R.S-F.N.R.S., Centre d'Etudes du Développement Durable (CEDD), Université Libre de Bruxelles.

L'occasion qui nous est offerte par la crise de la COVID-19, et les questions que nous nous posons déjà sous l'effet de la transition climatique concernant le besoin de limiter les longs voyages en avion, nous poussent à reconsidérer les différentes formes de rencontres entre chercheurs (colloques, symposiums, congrès, réseaux sociaux numériques, etc.) à la lumière d'un aspect peu envisagé jusqu'ici : les téléconférences et « chats » géants. Leur existence se justifie pleinement à l'heure actuelle, mais qu'en est-il du futur ?

Il est clair pour tout chercheur que la rencontre est un moteur puissant de la démarche scientifique. Elle permet de trouver l'inspiration d'une recherche, d'éviter de s'engager dans une voie sans issue déjà expérimentée par d'autres, de lancer des collaborations entre chercheurs travaillant sur des questions voisines ou identiques, de se jauger, de valider officiellement une démarche expérimentale, de corroborer ou de valider des hypothèses risquées avant d'entreprendre des démarches lourdes et/ou longues. Elle permet aussi d'établir des contacts permettant de trouver un emploi, de préparer une transition de carrière, de mettre en place des séjours postdoctoraux pour de jeunes chercheurs ou un séjour de longue durée dans un établissement réputé.

1. Les Grands Colloques Internationaux et les Ateliers

La publication traditionnelle revue et validée par les pairs ne répond pas à de nombreux besoins et situations particuliers mais importants : un délai et des cycles de relecture ("refereeing") et de révision beaucoup trop longs, le barrage par des pairs pouvant être extrêmement dubitatifs face à une réelle innovation ou un concept génial, un gaspillage de moyens et de temps si la voie a déjà été explorée sans succès (donc non-publiée). La participation, via des communications orales ou par affiches (posters) ou via un mélange des deux (picco), à cette diversité de colloques et symposiums qui se sont établis avec le temps dans différentes disciplines – et les moyens de communication rapide qu'ils offrent – permettent de tester le terrain et d'interagir à temps.

En outre, les forums de discussion en face à face dans des petits groupes (ateliers) permettent un brassage d'idées très enrichissant, qu'il est difficile de remplacer par des échanges écrits ou des réunions structurées par les échanges possibles via Internet.

Toutefois, l'Internet a permis d'offrir une alternative pratique à une partie de ces démarches, en créant de véritables forums de diffusion et de discussion qui réduisent les besoins de déplacement des participants, et qui facilitent aussi la participation de chercheurs disposant de budgets de voyage limités. En outre, un accélérateur puissant par rapport à la publication traditionnelle s'est développé sous la forme de plateformes ouvertes et gratuites (pour les auteurs et les lecteurs) de diffusion rapide de prépublications, comme arXiv. Leur caractère ouvert et immédiat présente des avantages et des inconvénients: il faut en effet que l'auteur puisse prendre date très officiellement pour pouvoir par la suite marquer l'antériorité de sa découverte ou de son invention, et qu'il accepte de s'exposer de manière transparente aux critiques et recommandations de ses pairs aux yeux de tous, et non plus dans la confidentialité éditoriale.

L'Académie recommande donc que les institutions de recherche et d'enseignement supérieur puissent utiliser des plateformes fiables, permettant de communiquer aisément à distance directement dans le cadre de grands colloques internationaux, et permettant aussi aux institutions universitaires d'organiser de telles manifestations, ainsi que des cycles d'enseignement et de vulgarisation à distance.

Elle recommande que le dépôt de toutes les prépublications (preprints) de ces colloques sur des plateformes d'archivage fiables, pérennes, et gratuites pour les chercheurs, soit utilisé pour compléter les communications ou abstracts à de nombreux congrès.

Cet archivage pourrait s'accompagner d'un processus de relecture ("refereeing") et de révision d'articles, aboutissant à l'estampillage de la publication sous la supervision d'un comité d'édition scientifique avec l'apport des Académies qui accepteraient d'en assumer la responsabilité.

En outre elle recommande vivement le dépôt des autres publications ou prépublications de la recherche publique sur des plateformes qui doivent rester en accès libre et gratuit, et de relier cet effort aux acquis actuels en matière d'Open Science en Allemagne (avec le financement forfaitaire des publications des chercheurs allemands chez un certain nombre d'éditeurs), les négociations autour du Plan-S qui vise un résultat analogue à travers l'Europe, et le support d'archivage "ouvert" pour les travaux de recherche financés par l'Union Européenne.

L'Académie propose aussi que les établissements d'enseignement supérieur et les organismes de recherche, comme tous les organismes publics et privés, puissent préciser leur politique concernant les déplacements internationaux, et évaluer l'opportunité de compensations pour les parts d'émissions de gaz à effet de serre qu'ils ne peuvent pas réduire.

Bien évidemment, la multiplication des forums de discussion et des plateformes d'archivage nécessitent des investissements en matériel et logiciel, et donnent lieu à des consommations d'énergie et par conséquent à des émissions de gaz à effet de serre et à d'autres consommations de ressources naturelles ayant un impact sur l'environnement [1][2][3] qu'il conviendra d'examiner avec attention.

2. Vers des Couloirs de Communication Scientifique en Europe

Jusqu'ici, les réunions physiques dans le domaine de la recherche (colloques, séminaires, symposiums, conférences) étaient la norme et les réunions virtuelles constituaient l'exception. La crise de la COVID-19 a entraîné un basculement rapide vers des réunions virtuelles, dont chacun a pu expérimenter les avantages et les limites. Une de ces limites concerne le manque de contacts physiques qui permettent des échanges pas nécessairement structurés ou centrés sur des problématiques précises, telles que la réunion autour de la machine à café (coffee breaks), et la « sérendipité » des contacts informels et des réunions présentiellees.

La prise de conscience croissante de la nécessité d'un développement plus durable stimule par ailleurs depuis plusieurs années une réflexion sur les voyages engendrés par les manifestations scientifiques et l'alternative, partielle, de réunions virtuelles. Si les échanges entre personnes, dans le domaine de la recherche, sont indispensables au développement des connaissances et des innovations dont nos sociétés ont besoin, nous irons vraisemblablement vers une combinaison de réunions présentiels et virtuelles. En outre, même si une politique générale liée à un « budget carbone par chercheur » était appliquée au niveau de leur institution, la liberté académique permet aux chercheurs d'accepter des invitations avec une prise en charge de leurs billets aériens par la partie qui invite, malgré l'empreinte carbone importante.

On peut imaginer des réunions régionales régulières et des réunions mondiales annuelles. Pour les réunions régionales, il conviendrait de mieux profiter des nombreuses villes européennes connectées par des couloirs de train à grande vitesse, beaucoup moins émetteur de gaz à effet de serre que l'avion (un rapport moyen de 1 à 20, selon l'Agence européenne pour l'environnement).

En outre les trains rapides, le train normal, voire le train de nuit, peuvent être plus commodes que l'avion compte tenu des délais des aéroports (accès, sécurité, temps d'enregistrement et attente), sous réserve de l'adéquation des horaires et de la fréquence de ceux-ci.

L'Académie recommande donc que pour faciliter à la fois les contacts présentiels et limiter l'empreinte carbone des déplacements des chercheurs, on puisse développer des cycles de réunions en Europe, situées à des nœuds intéressants reliés par des couloirs ferroviaires rapides, avec des plénières mondiales où certains seraient présents physiquement et d'autres assisteraient par téléconférence. On aurait ainsi une hiérarchie de réunions : locales, régionales et mondiales pouvant limiter les voyages énergivores.

Les Académies et leurs réseaux (ALLEA, ICSU, EuroCASE, CAETS, etc.) pourraient s'impliquer dans une telle organisation pour contribuer à la logistique adéquate et développer la diffusion des connaissances, tant à haut niveau, entre pairs, qu'en matière de vulgarisation intelligente et d'échanges avec les citoyens, les ONG, le public, et les jeunes. Parallèlement, ces Académies pourraient développer l'organisation des "jeunes académies" qui seront les pépinières de jeunes talents scientifiques du futur (young academy).

3. Evaluation de la recherche

L'évaluation des chercheurs et des structures de recherche est un élément essentiel, tant pour juger de la qualité d'une recherche que pour motiver les chercheurs. Lorsqu'une évaluation est programmée, elle doit être réalisée par des pairs compétents, en conformité avec les standards internationaux.

Certes, tout examen qualitatif par des experts est nécessairement teinté d'une certaine subjectivité à laquelle on a souvent attribué le frein du « peer review » dans la publication d'idées réellement novatrices. Il faut le savoir et en tenir compte, car la révision par les pairs demeure la règle d'or du monde scientifique. Toutefois l'apport des pairs ne peut se limiter à un calcul sur les différents indices indirects rendant soi-disant compte de la productivité ou de la créativité du chercheur. Il doit consister en une véritable évaluation de la valeur réelle des publications, de leur apport à la science et de la contribution personnelle du chercheur à l'ensemble du travail, quelle qu'en soit sa part. En effet, une évaluation juste et équilibrée autant que faire se peut, devra reposer sur les critères suivants: (a) la pertinence, la transparence et l'équité des évaluations, et (b) la compétence, l'intégrité et la diversité des évaluateurs.

En effet, la déclaration de San Francisco sur cette évaluation (Declaration On Research Assessment, DORA) de 2012 et le Manifeste de Leiden de 2015 avaient pour but d'améliorer les pratiques d'évaluation des chercheurs à l'occasion de recrutements, de promotions ou d'évaluations individuelles. Ces documents, signés par de nombreuses institutions de recherche et de financement de celle-ci, ont alerté le monde de la recherche sur le mauvais usage de certains indicateurs bibliométriques, essentiellement:

- le facteur d'impact des revues (Journal impact factor, JIF) que son mode de calcul biaise en faveur de certaines revues et qui peut être manipulé. De plus, lorsqu'il s'agit d'évaluations comparatives de chercheurs de domaines très différents, il ne tient pas compte de la diversité des pratiques disciplinaires;
- le nombre total de citations (utilisant différentes sources), un indicateur souvent influencé par le nombre d'articles, le nombre de co-auteurs et qui peut s'avérer irrelevant dans certains domaines;
- l'indice H (H index), un indicateur composite censé rendre compte simultanément du nombre de publications d'un chercheur et de leur impact scientifique. Cet indice qui séduit par sa simplicité, dépend du nombre de publications, du JIF, mais aussi du nombre de citations par publication, et donc du nombre d'années qui se sont écoulées depuis la publication et de son influence sur une longue durée. Malheureusement, il est frappé du même défaut que le JIF puisqu'il en est en partie dérivé.

Les principes de la science ouverte exigent une évaluation basée sur de multiples critères, essentiellement qualitatifs et réalisée par des pairs. Il s'agit d'une tâche longue et fastidieuse, demandant plus de compétence, d'efforts et de rigueur d'analyse que la simple addition de chiffres peu significatifs dans bien des cas. Elle ne doit pas se répéter trop fréquemment, vu sa lourdeur ; une périodicité de l'ordre d'une fois tous les cinq ans semble raisonnable. Elle ne doit pas se réduire aux indicateurs de publication, même si les publications demeurent un critère essentiel. L'abondance de publications - et le nombre de co-auteurs par article - ne sont pas nécessairement des mesures fiables de la qualité d'un chercheur ou d'un projet de recherche, mais l'absence de publications est pratiquement éliminatoire. Un faible nombre de publications par rapport à l'ancienneté en recherche doit néanmoins appeler à un examen vigilant de leur contribution réelle, qui peut être importante.

Dans la plupart des cas, l'auto-évaluation peut contribuer à cette approche plus qualitative dans la phase initiale du processus. Dans un dossier d'autoévaluation, il est demandé aux

évalués de sélectionner leurs productions majeures et d'expliquer cette sélection : portée et impact d'une publication, contribution personnelle. Toutes les productions citées doivent être accessibles dans une archive institutionnelle ouverte. Les chercheurs doivent être autorisés à publier leurs manuscrits en les déposant sur un serveur de prépublication avant de les soumettre à la révision par les pairs, afin de susciter des commentaires de la communauté scientifique dont ils pourront tenir compte pour des adaptations éventuelles comme c'est déjà le cas en physique, en mathématiques ou en économie. Il est important que les organismes de financement et autres parties prenantes encouragent ce principe de prépublication. Tout document publié doit ensuite aussi faire l'objet d'un dépôt en accès libre après son acceptation dans sa forme définitive, sur un serveur institutionnel dès que l'éditeur le permet.

On voit que la science ouverte joue un rôle central dans l'évaluation de la recherche. Ce fait doit être pris en compte par tous les acteurs: chercheurs, laboratoires, organismes de financement de la recherche, éditeurs. La situation évolue, lentement mais favorablement, et notre rôle en tant qu'Académie est de favoriser cette évolution.

Enfin, les méthodes d'évaluation doivent faire partie de la formation doctorale de tous les chercheurs. Il s'agit d'un aspect de l'intégrité scientifique, composante indispensable du métier de chercheur.

L'Académie affirme donc que l'évaluation des chercheurs et des structures de recherche par les pairs constitue un élément essentiel pour juger de la qualité de la recherche, autant que pour motiver les chercheurs.

Elle ne devrait pas se tenir trop fréquemment pour garder son importance; une périodicité de cinq ans serait un ordre de grandeur raisonnable, Elle doit se faire en conformité avec les standards internationaux, en respect des exigences de transparence, de collégialité et d'égalité de traitement.

Il importe de considérer les spécificités de chaque domaine disciplinaire et de prendre en considération d'autres critères que la seule publication, tels que la volonté d'ouverture (accès libre aux publications ainsi qu'aux données de recherche, etc.), les résultats obtenus en matière de formation doctorale de jeunes chercheurs, le temps consacré à la formation des chercheurs, l'apport à la communauté aux niveaux local, national et international.

Enfin l'avis écrit des pairs de haut niveau travaillant dans d'autres organismes sur des questions spécifiques est requis.

Un processus qui tente d'obtenir des réponses spécifiques sur des points clairs, souvent utilisé par les grandes universités américaines pour l'évaluation des enseignants-chercheurs, pourrait inspirer les questions qu'une évaluation peut poser. Il pourrait s'avérer utile d'examiner lors de l'évaluation d'un chercheur, d'un laboratoire, d'un organisme ou d'un programme de recherche:

- (a) Quels sont les quelques résultats importants obtenus par le chercheur (ou le laboratoire, etc.) dans la période qui s'est écoulée, avec une précision concernant les publications correspondantes ?
- (b) Quelles sont les nouvelles questions que le chercheur (ou le laboratoire, etc.) a posées ou sur lesquelles il a travaillé et publié des travaux ?
- (c) Quels sont les projets collectifs auxquels le chercheur (ou le laboratoire, etc.) a contribué ou dans lesquels il a manifesté un « leadership » intellectuel ou organisationnel ?
- (d) Quels sont les services et apports importants du chercheur (ou du laboratoire, de l'organise ou d'une programme de recherche) envers la communauté scientifique internationale, nationale, au sein de son établissement et de sa région, ou pour les entreprises ?

4. L'empreinte carbone de la communication, de la formation et des échanges scientifiques

Les universités et les organismes de recherche, comme la société dans son ensemble, sont de plus en plus conscients de l'importance de la transition climatique. Elles s'efforcent donc de mieux cerner l'empreinte carbone de leurs activités, d'établir leurs priorités sur ce sujet et d'assurer des économies dans leur consommation d'énergies non-renouvelables et dans leurs émissions de CO₂. Ainsi certains établissements en Europe ou ailleurs, comme l'EPFL ou la grande Université de Vancouver (UBC), ont pris l'initiative de publier leur bilan annuel en la matière.

Il en ressort que les déplacements pendulaires ou pour des motifs professionnels représentent plus de 50% de l'impact CO₂ de ces établissements. La globalisation tellement recherchée et convoitée de la formation universitaire et des échanges scientifiques, fait que les déplacements en avion sont dans cet ensemble une source importante d'émissions, souvent de l'ordre de 30% ou plus du total.

La difficulté relative de telles évaluations se perçoit aisément par quelques exemples, comme le fait que **l'envoi d'une trentaine de "mails" par jour pendant une année donne lieu à l'émission d'environ 600 kg de CO₂ [3]**, ce qui équivaut à environ 50% des émissions d'un citoyen de l'Inde sur une année, ou que l'acquisition de 5000 euros de matériel informatique représente l'émission d'environ 2.8 tonnes de CO₂ (sans compter l'impact CO₂ de son fonctionnement), ce qui est supérieur aux 2.2 tonnes de CO₂ par passager d'un voyage aller-retour entre Bruxelles et Pékin [4].

Dans ces évaluations, les nombreux voyages des étudiants pour rejoindre leurs familles, quand les familles vivent dans un pays ou une ville différente, sont rarement pris en compte, malgré le fait que les étudiants constituent une partie essentielle de la communauté d'une université. En effet, un établissement en Europe qui accueille 1000 étudiants nord ou sud-américains ou asiatiques, qui rentreraient chez eux deux fois par an, ajoutera environ 4,400 tonnes de CO₂ à son empreinte carbone, ce qui équivaut aux voyages de 420 enseignants-chercheurs "grands voyageurs", qui se déplaceraient

annuellement, pour chacun d'entre eux, deux fois en Asie, deux fois aux USA, et quatre fois en Europe par l'avion [3].

L'Académie propose donc que les établissements et organismes de recherche, comme tous les organismes publics et privés, puissent publier un bilan annuel de leur consommation d'énergie ainsi qu'une estimation de leur empreinte CO2. L'empreinte CO2 des universités pourrait faire état des transports pendulaires des personnels et des étudiants, et aussi comprendre une estimation de l'empreinte CO2 des voyages des étudiants et des personnels, en montrant bien leur apport aux objectifs d'internationalisation et de globalisation de l'établissement ou de l'organisme de recherche.

[1] Erol Gelenbe Yves Caseau "The impact of information technology on energy consumption and carbon emissions," *Ubiquity*, Association for Computing Machinery (ACM), June 2015, Article 1, <https://doi.org/10.1145/2755977>

[2] Mireille Campana, Jean Cuegniet, Michel Schmitt, Cédric Siben, "Réduire la consommation énergétique du numérique," Rapport du Conseil général de l'économie, Nov. 2019, Paris. <https://www.economie.gouv.fr/cge/consommation-energie-numerique>

[3] Voir par exemple, The Guardian, 26/11/2019: "A new study commissioned by energy company OVO reckons Brits send more than 64 million unnecessary emails every day, and that if every adult in the UK sent one fewer "thank you" email a day we would save more than 16,433 tonnes of carbon a year – equivalent to 81,152 flights to Madrid or taking 3,334 diesel cars off the road."

<http://www.fasterthanexpected.com/2019/11/26/pointless-emails-theyre-not-just-irritating-they-have-a-massive-carbon-footprint/>

[4] <https://www.carbonfootprint.com/measure.html>