



Science citoyenne à l'âge de l'Internet

Sommaire

La science citoyenne est, par définition, menée par des citoyens qui ne sont pas des « scientifiques professionnels ». Elle connaît de rapides transformations, en raison de la démocratisation du savoir, des nouvelles technologies de communication plus rapide et de l'accès libre à l'information.

La première, et principale, composante de la science citoyenne est la modernisation de la « recherche participative basée sur la communauté », établie de longue date. La RPBC est généralement effectuée par des personnes dont la formation scientifique est peu formelle et qui participent à des projets de recherche coordonnés par des experts qualifiés. Elle prend désormais la forme de nombreux projets à travers le monde impliquant des millions de personnes et des milliards de données collectées. La deuxième composante émergente comprend des individus ayant une solide formation scientifique, mais travaillant en dehors des systèmes de recherche professionnels habituels. Ils font de la science dans des communautés virtuelles publiques ou privées ou dans des environnements privés. Nous faisons référence à cette catégorie de science citoyenne sous les termes de « Recherche hors-mus » .

À l'ère actuelle d'Internet, la contribution potentielle à la recherche apportée par ces approches est élevée : la RPBC peut contribuer à améliorer auprès du public la compréhension de la science et de la méthode scientifique, et peut donc jouer un rôle dans la démocratisation du savoir et de l'apprentissage. La RE offre la possibilité de faire progresser les connaissances et l'innovation grâce à des moyens autrefois inaccessibles aux universités, aux gouvernements ou aux organisations de recherche industrielle et constitue une opportunité, largement saisie par l'industrie, de découvrir des individus talentueux en dehors du système de recherche standard.

Parallèlement à ces avantages potentiels, il existe des risques, notamment en ce qui concerne l'évaluation des résultats issus de la RPBC et de la RE. Ces résultats sont souvent diffusés sur divers canaux en dehors du système traditionnel de relecture par les pairs. Il existe également des risques quant au manquement aux dispositions éthiques et aux règles de sécurité qui s'appliquent aux recherches menées dans le cadre professionnel standard par les personnes engagées dans cette nouvelle science citoyenne. Par conséquent, l'anticipation et le contrôle sont nécessaires.

Enfin, le développement de la science citoyenne requiert un effort accru au niveau de la formation scientifique des citoyens de tous âges, et ce à partir de l'école primaire, ainsi que l'intégration des points de vue émis dans les domaines des arts, des lettres et des sciences humaines, du droit, de l'éducation, des sciences sociales, de l'éthique, des sciences naturelles et du génie.

Recommandations

Les recommandations détaillées figurent à la fin de la déclaration.

- Repenser l'éducation scientifique afin de donner aux étudiants les moyens d'entreprendre ultérieurement des recherches scientifiques citoyennes ou professionnelles.
- Prendre des mesures pour éviter ou atténuer les manquements à l'éthique et les risques de sécurité inhérents à la science citoyenne.
- Promouvoir le développement conjoint de la science citoyenne et de la recherche en laboratoire.
- Permettre aux scientifiques-citoyens d'adopter la culture existante en matière de rapportage et d'évaluation des contributions scientifiques.
- Créer des programmes de financement spécifiques pour la science citoyenne.
- Promouvoir le développement de systèmes d'information documentant les thématiques et les résultats de la science citoyenne.

Introduction

Le concept d'un système de recherche professionnel au sens qu'on lui prête aujourd'hui n'a pas toujours existé. Les premières recherches scientifiques sont nombreuses à avoir été menées par des individus isolés qui ont collaboré et échangé des idées à travers le monde. La création d'observatoires en astronomie et de jardins botaniques en sciences de la vie sont des exemples d'organisation structurée et systématique de la recherche. À partir de la seconde moitié du 19^e siècle, la recherche scientifique s'est principalement installée dans les universités, les institutions spécialisées et les laboratoires industriels, qui procuraient aux chercheurs l'environnement technique et intellectuel nécessaire. Les laboratoires de recherche ne pouvaient travailler en vase clos. Différents moyens organisationnels ont dès lors rapidement reconnu et soutenu la nécessité d'une coopération entre les équipes de recherche fondamentale (souvent dans les universités) de différentes disciplines et leurs partenaires industriels ou gouvernementaux.

La seconde moitié du 20^e siècle a connu l'essor de la « science citoyenne ». Dans la majorité des cas, la science citoyenne était menée par des citoyens travaillant en collaboration plus ou moins étroite avec des universités, des instituts de recherche et des laboratoires industriels.

Au 21^e siècle, le citoyen se voit offrir davantage d'occasions de s'engager plus intensément dans la recherche scientifique, en raison de :

- La démocratisation du savoir, liée à une augmentation générale des niveaux d'enseignement depuis la Seconde Guerre mondiale.
- La révolution de l'Internet accompagnée de la diffusion de dispositifs électroniques et de logiciels d'analyse de haute performance permettant au citoyen lambda de rédiger des rapports, d'analyser, de visualiser et même de produire des données (dans le domaine de l'environnement, par exemple).
- Le large développement de la science ouverte donnant accès au public aux données, aux méthodes de recherche scientifique - essentielles à la reproductibilité de la science - et aux résultats de cette recherche.

Cette déclaration émet des recommandations quant à deux catégories de « science citoyenne ».

La première, prédominante, est la recherche participative menée par des citoyens qui n'ont pas nécessairement suivi une formation en recherche scientifique. Le terme « science citoyenne » fait historiquement référence à cette activité. Nous nommerons ici cette activité « Recherche participative basée sur la communauté (RPBC)¹ ». Il existe de nombreux exemples historiques, comme celui de Buffon et de Lacépède en France qui se sont appuyés sur un large réseau de correspondants pour la rédaction de leur « Histoire naturelle », ou celui de Darwin au Royaume-Uni.

Une deuxième catégorie, plus récente, de science citoyenne comprend des personnes ayant une formation scientifique qui travaillent de manière isolée, ou dans des communautés virtuelles, pour développer des projets en dehors des environnements contrôlés existants (système de recherche universitaire, gouvernemental ou industriel). Nous appelons cette catégorie de science citoyenne la « Recherche externe » (RE).

Dans ce document, les Académies des sciences évaluent ces orientations de recherche, leur utilité et la qualité des nouvelles pratiques et proposent un ensemble de recommandations en vue de mieux reconnaître et intégrer ces initiatives. Ces recommandations visent à réaliser le plein potentiel et à garantir la qualité de toutes les catégories de « science citoyenne ».

Nouvelles tendances en science citoyenne

À ce stade, il est utile de décrire certaines des tendances qui définissent la science citoyenne, en notant que sa portée et ses caractéristiques diffèrent considérablement d'une discipline à l'autre, reflétant le large éventail de pratiques disciplinaires existant dans le domaine scientifique. Pour ce faire, nous nous penchons successivement sur les deux composantes susmentionnées. Nous concluons ensuite en analysant le potentiel considérable de la science citoyenne, ses opportunités et ses risques.

Une catégorie établie de science citoyenne : la « Recherche participative basée sur la communauté »

La RPBC a connu une expansion considérable dans des domaines allant de la collecte de données sur la biodiversité (par exemple, www.inaturalist.org), à l'astronomie (par exemple, www.zooniverse.org, qui héberge également des projets sur de nombreux autres sujets), la collecte de données météorologiques (illustrée par le *Met Office* au Royaume-Uni²) et l'observation de la qualité de l'air. Le partenariat entre citoyens et chercheurs professionnels a permis de créer des milliers de projets à travers le monde impliquant des millions de personnes et des milliards de données collectées. Certains de ces projets de grande envergure se caractérisent par des systèmes sophistiqués d'assurance de la qualité des données (voir : ebird.org, www.iNaturalist.org, www.ispotnature.org) qui combinent apprentissage automatique, vision, visualisation de données et expertise humaine. Une fois la qualité des données certifiée, celles-ci sont transférées dans les principaux référentiels de données tels que, aux États-Unis, le *Global Biodiversity Information Facility*, où elles sont mises à la disposition de la communauté scientifique.

¹ La RPBC n'est pas limitée, dans ce texte, à un type de « recherche-action » telle que définie dans : <http://www.bris.ac.uk/education/study/continuing-professional-development-cpd/actionresearch/>

² Voir: <https://blog.metoffice.gov.uk/2016/07/05/encouraging-a-new-generation-of-weather-observers/>

La RPBC s'est particulièrement développée en médecine. Il est désormais difficile d'aborder une recherche médicale, qu'elle soit épidémiologique, diagnostique ou thérapeutique, sans la participation directe des patients à l'effort de recherche. Ainsi a vu le jour la notion de patient-expert, souvent par l'intermédiaire d'associations de patients (le sida est un bon exemple de cet engagement). De plus, les patients peuvent s'échanger des données s'ils le souhaitent, tandis que les médecins ne peuvent le faire sans leur consentement. Cette situation ouvre de nouvelles perspectives pour la recherche épidémiologique, mais aussi de nouvelles préoccupations éthiques.

Une catégorie émergente de science citoyenne : la « Recherche externe »

Le 21^e siècle connaît de nouvelles formes de science citoyenne. Elles impliquent des scientifiques non professionnels (c'est-à-dire qu'ils ne sont pas des scientifiques officiellement affiliés à ou rémunérés par une université, un gouvernement ou des institutions industrielles) comme la RPBC. Cependant, contrairement à la plupart des RPBC, les parties prenantes à ce type de recherche citoyenne sont des personnes ayant une formation scientifique (souvent titulaires d'un doctorat ou d'une maîtrise) et généralement dotées de compétences dans l'utilisation de technologies et de méthodes innovantes. Cette recherche est effectuée « à l'extérieur » des laboratoires de recherche universitaires, gouvernementaux ou industriels. La Recherche externe n'a souvent que peu de relations avec les laboratoires de recherche conventionnels ou est à la source de la création de brevets et de jeunes entreprises par ses interactions avec l'industrie et le monde des affaires.

Une première catégorie de Recherche externe est celle comprenant des individus ou de petits groupes répondant à des défis et à des demandes. Le recours à des concours pour résoudre des problèmes compliqués et importants, en faisant ouvertement appel aux talents externes, n'a rien de neuf. Un exemple est le prix Longitude, créé en 1714 par un comité parlementaire anglais. Sur les conseils d'Isaac Newton et d'Edmond Halley, il récompensait quiconque démontrait la mesure précise de la longitude. Cela étant, ici encore, l'accès à Internet a modifié l'échelle de cette pratique en permettant la diffusion mondiale des sujets de concours, en facilitant la création d'équipes éphémères dispersées géographiquement et en mettant facilement des ensembles de données³ à la disposition de tous. Cette approche est particulièrement prisée dans le domaine de la science des données, un domaine crucial pour les grandes entreprises numériques qui, avec leurs énormes ressources financières, jouent un rôle majeur dans la mise en place de ces concours et dans la collecte de leurs résultats. La Recherche externe est également très active dans les domaines des technologies de l'espace et du transport.

Une deuxième catégorie de projets de Recherche externe, lancés par le mouvement « *Do It Yourself* » (DIY), concerne les domaines dans lesquels des outils, techniques ou logiciels à la pointe sont facilement disponibles, souvent via Internet. Ainsi, des individus isolés ou de petits groupes, physiques ou virtuels, peuvent être impliqués dans des projets ambitieux, dans des domaines allant des applications spatiales aux dispositifs biomédicaux, en passant par la biologie et le développement d'organismes génétiquement modifiés (« biologie de garage »). De graves problèmes se posent quant à la sécurité et à la sûreté, car les résultats de ces activités peuvent avoir de lourdes conséquences sur la vie d'autrui.

³ Voir par exemple <https://www.kaggle.com/competitions> qui répertorie une variété de concours ouverts, les prix offerts et les nombres d'équipes / individus participants. D'autres exemples abondent dans l'industrie spatiale avec des prix pouvant atteindre plusieurs millions de dollars.

Développements potentiels de la science citoyenne

Le mouvement actuel tendant vers la science ouverte, que les Académies soutiennent activement, constitue une nouvelle opportunité pour la science citoyenne. Les citoyens disposent déjà ou auront bientôt accès à des ressources qui étaient auparavant presque uniquement mises à la disposition des chercheurs en laboratoire ; l'accès complet et gratuit à (la plupart des) ouvrages scientifiques est l'une des premières ressources clés. Les principes de la « reproductibilité de la recherche » stipulent que les protocoles de recherche, les données source et les codes des programmes, le cas échéant, doivent être décrits avec suffisamment de précision pour faciliter la diffusion du savoir-faire expérimental. Ces ressources comprennent de puissantes techniques d'analyse, dont les outils d'intelligence artificielle, qui sont d'une très grande pertinence.

Les prévisions indiquent que les activités de RPBC et de RE devraient également croître, car elles correspondent aux aspirations des citoyens quant à la liberté, l'inclusion et l'autonomie, avec les possibilités techniques offertes par Internet et d'autres technologies de communication alimentées par de vastes ressources contrôlées par le secteur privé. Cette tendance est observée pour presque toutes les activités humaines et il existe peu de raisons de croire que la recherche y échappera.

Le développement prévisible de la science citoyenne, en particulier dans la catégorie de la RE, a déjà, et aura, d'importantes conséquences économiques. En raison de son potentiel d'innovation et de flexibilité, la RE participe, et participera, aux développements industriels. L'industrie ne peut qu'être attentive à ces tendances compte tenu de ses propres intérêts en matière de propriété intellectuelle et de protection des brevets. Ces activités sont également une source de création de jeunes entreprises dans le domaine des technologies numériques ainsi que dans d'autres domaines, comme l'industrie spatiale et la biologie synthétique. Certaines des conséquences attendues de ces avancées sont positives, tandis que d'autres soulèvent des questionnements et des inquiétudes.

Dans tous les cas, il est extrêmement important qu'il existe des mécanismes permettant au public, aux médias et à d'autres personnes d'évaluer les annonces scientifiques en fonction de la qualité et de la robustesse de la méthodologie de recherche. On pourrait imaginer que plusieurs formes de science citoyenne évoluent en un système mondial de contrôle de la qualité géré par des professionnels, un détecteur de « science médiocre », offrant des ressources considérables et une diversité des savoirs nécessaires au signalement de découvertes scientifiques présumées médiocres.

Opportunités

- Le nombre croissant de scientifiques non professionnels participant à des activités de recherche permettra à un plus grand nombre de personnes de mieux évaluer la science pour le bien commun, renforcera la confiance en la science et la place de l'expertise scientifique dans les processus décisionnels publics.
- Les activités de science citoyenne peuvent permettre l'intégration de systèmes de connaissances issus de différentes communautés (par exemple les communautés autochtones en Amérique du Nord) et une collecte de données plus rapide et / ou plus économique dans certains domaines, ou même d'avoir accès à des projets de recherche tout simplement inimaginables dans un contexte intra-muros. En outre,

une relation harmonieuse entre les deux types de recherche pourrait engranger de fructueux résultats.

- La science citoyenne est une nouvelle occasion de découvrir des individus talentueux en dehors des structures scientifiques conventionnelles et éventuellement de nouvelles idées pour répondre aux grandes questions de notre époque. Cette opportunité est largement utilisée par l'industrie, notamment dans les technologies de l'information et de l'espace.
- La science citoyenne peut être utilisée pour résoudre des problèmes majeurs (par exemple, seti@home).

Préoccupations

- La science citoyenne ne devrait pas se substituer aux scientifiques formés de manière professionnelle.
- Les normes peuvent faire défaut dans la science citoyenne, principalement en raison de l'absence d'un système de révision indépendant. Des résultats de qualité médiocre non contestés pourraient écorcher la confiance du public dans la science de manière plus générale.
- Le problème de la reproductibilité se pose déjà en science académique et des précautions spécifiques ont été suggérées pour limiter le flot de rapports de recherche non reproductibles. Ces précautions devront être adaptées pour gérer les résultats des projets de science citoyenne (RPBC et RE).
- Il peut être inquiétant que des recherches puissent être trop facilement menées sans contrôle des cadres éthiques et moraux et des règles de sécurité imposées aux institutions « traditionnelles » sur des questions sociétales essentielles (par exemple, la génétique et les organismes pathogènes).

Six recommandations

Les principales recommandations, toutes interdépendantes, sont les suivantes.

- **Repenser l'éducation scientifique afin de donner aux étudiants les moyens d'entreprendre ultérieurement des recherches scientifiques citoyennes ou professionnelles**

Dans un monde en pleine mutation en raison des sciences et technologies de l'information, il est nécessaire de repenser l'éducation et de développer de nouvelles méthodes d'apprentissage tout au long de la vie et d'accès à des connaissances multidisciplinaires rationnelles, facilement accessibles et validées. Pour ce faire, il faudra :

- Développer et mettre en œuvre - dès que possible et dès l'école primaire - de nouvelles méthodes d'apprentissage et de nouvelles méthodes de collaboration efficace afin d'obtenir des résultats qualitatifs. Les ressources en termes de professeurs de sciences et de matériel devront être allouées aux écoles pour initier les étudiants à la pratique des sciences.
- Former les élèves et les étudiants, dès que possible, au raisonnement abstrait et numérique, car il est indispensable à la compréhension de concepts tels que l'induction, la déduction, les probabilités, les relations non linéaires et d'autres bases de la recherche empirique.

- Inciter les institutions existantes à jouer un rôle important dans la validation de nouveaux outils de formation et d'information (tels que les encyclopédies numériques), dans la mise à jour des connaissances dans les domaines disciplinaires et dans leur mise à disposition du public.

- **Prendre des mesures pour éviter ou atténuer les manquements à l'éthique et les risques de sécurité inhérents à la science citoyenne**

Les procédures de contrôle existantes doivent être adaptées à la science citoyenne afin d'éviter tout détournement et ainsi garantir le respect du code de déontologie et des règles de sécurité par les acteurs de la science citoyenne, en particulier dans les domaines de la biologie et de la médecine.

- **Promouvoir le développement conjoint de la science citoyenne et de la recherche en laboratoire**

Une interaction étroite, comprenant une formation, entre les acteurs de la science citoyenne et la communauté scientifique professionnelle bénéficie aux deux parties et est importante pour la validation des résultats. Elle doit être menée avec confiance et respect mutuel. Idéalement, tout citoyen impliqué devrait saisir à tout le moins les enjeux scientifiques et technologiques. Inversement, les laboratoires devraient être attentifs aux questions soulevées par la communauté. Pour ce faire, il faut :

- Un financement spécifique et du personnel affecté aux activités de mentorat et à la diffusion de la méthodologie scientifique et du contrôle de la qualité et de la reproductibilité de la recherche.

- L'intégration des sciences humaines et sociales afin de contribuer à la détermination des facteurs et des stratégies nécessaires au codéveloppement fructueux de la recherche citoyenne et de celle effectuée en laboratoire.

- **Permettre aux scientifiques-citoyens d'adopter la culture existante en matière de rapportage et d'évaluation des contributions scientifiques.**

Les nombreuses réflexions sur l'amélioration de l'évaluation de la recherche et de la qualité de la diffusion des résultats devraient être étendues et / ou adaptées pour inclure la science citoyenne, en tenant pleinement compte de ses spécificités. Des méthodes innovantes sont nécessaires pour permettre une évaluation indépendante des résultats et des canaux de diffusion garantissant un niveau de qualité acceptable. Le développement actuel de méthodes aidant les utilisateurs à identifier des affirmations trompeuses sur le Web devrait également cibler les résultats de recherche. Il n'est pas incongru d'imaginer une évolution de la science citoyenne et des outils appropriés où la science citoyenne serait capable de se contrôler et d'établir des normes de contrôle et de robustesse comparables à celles appliquées aux environnements de laboratoire traditionnels.

- **Créer des programmes de financement spécifiques pour la science citoyenne**

La science citoyenne apporte des données et une expertise inestimables dans de nombreux domaines mentionnés dans l'introduction. La valeur, en termes monétaires, de la main-

d'œuvre sous-jacente est difficile à estimer, mais est probablement élevée. Inversement, les agences nationales et internationales pourraient envisager de chercher davantage de soutien financier pour la science citoyenne. Des mesures de financement internationales spécifiques pourraient être coordonnées par les Académies dans des domaines d'intérêt commun dans le monde entier, tels que les objectifs de développement durable. Dans ce contexte, il importera de prendre en compte les implications à long terme du fait que certains domaines se prêtent mieux aux activités de la science citoyenne que d'autres, comme celles nécessitant l'accès à un équipement coûteux ou à un environnement de laboratoire sûr.

- **Promouvoir le développement de systèmes d'information documentant les thématiques et les résultats de la science citoyenne**

Avancer vers une information complète sur les projets de science citoyenne (RPBC et RE) menés dans les pays du G7 et ailleurs. Cet objectif pourrait être réalisé en créant une plateforme commune internationale visant à récolter et diffuser ces informations, par exemple sous l'égide de l'*International Science Council* (ISC). Cela permettrait à la science citoyenne elle-même de devenir un sujet de recherche pour les sciences humaines et sociales.

Références

- Bürgerschaften Wissen (2016). Citizen Science Strategy 2020 for Germany. https://www.buergerschaftenwissen.de/sites/default/files/assets/dokumente/gewiss_cs_strategy_english.pdf
- Haklay M. (2015) *Citizen science and policy: a European perspective*. Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars. https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Citizen_Science_Policy_European_Perspective_Haklay.pdf
- Houllier F. (2016). Les Sciences participatives en France. <http://www.sciences-participatives.com/Rapport>
- National Academies of Sciences, Engineering and Medicine (2018). Learning through citizen science: enhancing opportunities by design. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25183>
- Ryan S. F. et al. (2018). The role of Citizen Science in addressing grand challenges in food and agriculture research. *Proceedings of the Royal Society B*. Vol. 285, Issue 1891. <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2018.1977>
- Sobel D. (1995). *Longitude. The true story of a lone genius who solved the greatest scientific problem of his time*. Walker and Company. New York.

Royal Society
Canada



Chad Gaffield

Académie des sciences
France



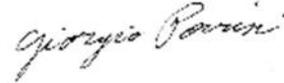
Pierre Corvol

Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina
Germany



Jörg Hacker

Accademia Nazionale dei Lincei
Italy



Giorgio Parisi

Science Council
Japan



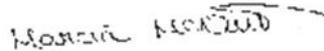
Juichi Yamagiwa

Royal Society
United Kingdom



Venkatraman «Venki» Ramakrishnan

National Academy of Sciences
United States of America



Marcia McNutt