



Version de courtoisie

La science citoyenne à l'ère de l'Internet

Résumé exécutif

La science citoyenne, définie comme étant « la science menée par des citoyens qui ne sont pas des scientifiques professionnels », évolue rapidement, du fait de la démocratisation du savoir, de l'avènement des nouvelles technologies de communication, et d'un accès plus ouvert à l'information que dans le passé.

La première composante de la science citoyenne du XXI^e siècle est la « recherche participative¹ » qui existe depuis longtemps. La recherche participative est effectuée par des personnes ayant reçu une formation scientifique initiale limitée, et qui participent à des projets de recherche animés par des experts qualifiés. Elle prend aujourd'hui la forme de nombreux projets à travers le monde, impliquant des millions de personnes et des milliards de données collectées.

Une deuxième composante de la science citoyenne qui a émergé au XXI^e siècle implique des personnes ayant reçu une solide formation scientifique de base, mais qui exercent leur activité scientifique en dehors des murs des systèmes de recherche professionnels. Ces personnes pratiquent la science dans des communautés virtuelles, publiques ou privées ou dans des installations privées. Cette catégorie de science citoyenne est nommée ici « recherche hors-murs² »

À l'ère d'Internet, la valeur potentielle de ces approches de recherche est élevée : la recherche participative peut contribuer à améliorer la compréhension qu'a le public de la science et de la méthode scientifique, et peut donc jouer un rôle dans la démocratisation du savoir et de l'apprentissage. La recherche hors-murs fournit l'opportunité de faire progresser les connaissances et l'innovation d'une manière qui était auparavant inaccessible aux organismes de recherche universitaires, gouvernementaux ou industriels, et constitue une occasion - largement utilisée par l'industrie - de découvrir des individus talentueux en dehors du système de recherche standard.

En face de ces avantages potentiels il y a des risques, en particulier en ce qui concerne l'évaluation des résultats découlant de la recherche participative et de la recherche hors-murs. Ces résultats sont en effet souvent diffusés par divers canaux en dehors du système traditionnel d'« évaluation par les pairs ». Un autre risque est que les lignes directrices en matière d'éthique et les règlements de sécurité qui s'appliquent à la recherche effectuée dans le cadre professionnel ne soient pas suivis par les praticiens de la science citoyenne. À cet égard, il faut donc imaginer des mesures nouvelles de prévention et de contrôle à destination de la science citoyenne .

Il faut enfin souligner que le développement de la science citoyenne exige un effort accru pour la formation scientifique du citoyen à tous les âges, dès l'école, et que celle-ci doit intégrer des approches incluant au côté des sciences naturelles et l'ingénierie les arts, les sciences humaines et sociales, le droit, l'éducation, et l'éthique.

1. Désignée dans le texte en anglais des académies comme Community-Based Participatory Research, (CBPR),

2. Désignée dans le texte en anglais des académies comme « Beyond The Walls Research », (BTWR).

Recommandations

Les recommandations détaillées se trouvent à la fin de la déclaration.

- Repenser l'enseignement scientifique afin qu'il permette aux élèves et étudiants d'entreprendre plus tard des recherches scientifiques, qu'elles soient dans un cadre professionnel ou citoyen.
- Identifier des mesures permettant à la science citoyenne d'éviter ou atténuer d'éventuels écarts aux règles éthiques, ou des risques en matière de sécurité.
- Promouvoir le codéveloppement de la science citoyenne et de la recherche menée en laboratoire.
- Permettre aux praticiens de la science citoyenne d'adopter la culture existante en matière de communication et d'évaluation de leurs contributions scientifiques.
- Créer des programmes de financement spécifiques pour la science citoyenne.
- Promouvoir des systèmes d'information permettant de documenter les thèmes et les résultats de la science citoyenne.

Introduction

L'organisation du système de recherche professionnel, dans son acception moderne, n'a pas toujours existé. Dans le passé, de nombreuses recherches scientifiques ont été menées par des individus isolés qui collaboraient et échangeaient des idées à travers le monde. La création d'observatoires en astronomie et le développement de jardins botaniques en sciences de la vie furent l'exemple du développement d'une organisation structurée et systématique de la recherche. Au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle, la recherche scientifique s'est enracinée principalement dans les universités, dans des institutions de recherche gouvernementales publiques et dans des laboratoires industriels. Cette organisation a fourni aux chercheurs l'environnement technique et intellectuel nécessaire. Parce que les laboratoires de recherche ne peuvent pas travailler en vase clos, la nécessité de coopération entre les équipes de recherche fondamentale de différentes spécialités (souvent dans les universités) et leurs partenaires de l'industrie ou des organisations de recherche publiques a été reconnue et soutenue par divers moyens organisationnels.

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

Au XXI^e siècle, le citoyen a de plus en plus la possibilité de s'engager plus profondément dans la recherche scientifique. C'est la conséquence :

- de la démocratisation du savoir, liée au développement général de l'enseignement supérieur depuis la Seconde Guerre mondiale ;
- de la révolution Internet, qui s'accompagne de la diffusion d'équipements électroniques performants et de logiciels d'analyse permettant aux citoyens ordinaires d'accéder à - et de produire - des rapports, des analyses, des images et même des données (par exemple dans le domaine environnemental) ;
- de l'évolution générale vers une science ouverte qui permet l'accès public - essentiel pour une science reproductible - aux données, aux méthodes de la recherche scientifique et aux résultats de cette recherche.

La présente déclaration formule des recommandations sur deux catégories de « science citoyenne ». La première, qui domine numériquement, est la recherche participative effectuée par des citoyens qui n'ont pas nécessairement reçu une formation en recherche scientifique. Elle est désignée ici sous le vocable de recherche participative³. C'est cette activité qui a été baptisée au départ « science

3. Dans ce texte, la recherche participative n'est pas limitée à la « recherche action », telle que définie dans <http://www.bris.ac.uk/education/study/continuing-professional-development-cpd/actionresearch/>.

citoyenne ». Il en existe de nombreux exemples historiques, comme ceux de Buffon et Lapeyroue en France qui s'appuyaient sur un vaste réseau de correspondants pour leur Histoire Naturelle, ou comme Darwin au Royaume-Uni.

Une deuxième catégorie, plus récente, de science citoyenne concerne des personnes ayant reçu une formation scientifique avancée, mais travaillant isolément - ou dans des communautés virtuelles - pour conduire des projets de recherche en dehors des environnements contrôlés établis (universités, systèmes de recherche gouvernementaux ou industriels). Cette seconde catégorie de science citoyenne est nommée ici « recherche hors-murs ».

Les académies des sciences évaluent dans ce texte ces orientations de recherche, leur utilité, la qualité des nouvelles pratiques et proposent un ensemble de recommandations pour une meilleure reconnaissance et une meilleure intégration de ces efforts. Ces recommandations visent à réaliser le plein potentiel et à garantir la qualité de toutes les formes de « science citoyenne ».

Les nouvelles tendances de la science citoyenne

À ce stade, il est utile de décrire certaines des tendances qui caractérisent la science citoyenne, en soulignant que sa portée et ses caractéristiques diffèrent grandement selon les domaines, reflétant en cela le large éventail de pratiques disciplinaires qui constituent la science. Pour ce faire, nous examinerons successivement les deux composantes identifiées précédemment. Ensuite, nous concluons en soulignant le grand potentiel de la science citoyenne, ses opportunités et ses risques.

Une catégorie bien établie de « science citoyenne » : la recherche participative

On constate une expansion considérable de l'activité de recherche participative dans la collecte de données sur la biodiversité (par exemple www.inaturalist.org), l'astronomie (par exemple, www.zooniverse.org, qui héberge également des projets sur de nombreux autres sujets), la collecte de données météorologiques (comme l'illustre le Met Office au Royaume-Uni⁴) et l'observation de la qualité de l'air. Le partenariat entre les citoyens et les chercheurs professionnels a donné lieu à des milliers de projets à travers le monde, impliquant des millions de personnes et des milliards de données collectées. Certains de ces projets d'envergure sont dotés de systèmes sophistiqués destinés à assurer la qualité des données (voir : ebird.org, www.iNaturalist.org, www.ispotnature.org) et qui associent méthodes d'apprentissage, d'analyse automatisée d'images, de visualisation des données avec l'expertise humaine. Une fois la qualité des données assurée, celles-ci sont transférées dans de grands entrepôts de données tels - aux États-Unis - le Global Biodiversity Information Facility (GBIF), où elles sont mises à la disposition de la communauté scientifique.

La recherche participative a notamment pris une importance considérable en médecine. Il est aujourd'hui difficile de concevoir une recherche médicale, qu'elle soit épidémiologique, diagnostique ou thérapeutique, sans la participation directe des patients à l'effort de recherche. Ceci a conduit à l'émergence de la notion de patient-expert, souvent par le biais d'associations de patients (la recherche sur le sida est un bon exemple de cet engagement). De plus, les patients peuvent partager les données entre eux s'ils le souhaitent, alors que les médecins ne peuvent le faire sans leur accord. Cela ouvre de nouvelles possibilités dans le domaine de la recherche épidémiologique, mais aussi mène à de nouvelles préoccupations éthiques.

Une catégorie émergente de la science citoyenne : la recherche hors-murs

Le XXI^e siècle voit l'émergence de nouvelles formes de science citoyenne, qui – à nouveau - impliquent des scientifiques non professionnels (c'est-à-dire n'étant pas officiellement affiliés à une université, à une institution gouvernementale ou industrielle ou payés par elle : c'est la définition de la recherche hors-murs). Cependant, contrairement à la plupart des recherches menées dans le cadre de la recherche participative, les participants à cette seconde catégorie de recherche citoyenne ont une formation scientifique (ils sont souvent titulaires d'un doctorat ou d'une maîtrise) et sont généralement compétents dans l'utilisation de technologies et méthodes novatrices. La recherche

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

hors-murs entretient souvent des liens assez souples avec les laboratoires de recherche conventionnels ou agit en tant que source de brevets et de start-ups par ses interactions avec l'industrie et les entreprises.

Une première catégorie de recherche hors-murs se compose d'individus ou de petits groupes répondant à des défis et à des concours. Le recours aux compétitions pour résoudre des problèmes complexes jugés importants, en faisant ouvertement un appel général aux talents, n'est pas nouveau. Un exemple historique en est le *Longitude Prize*, créé en 1714 par un comité parlementaire anglais, conseillé par Isaac Newton et Edmond Halley. Ce prix a récompensé le défi consistant à mesurer la longitude avec précision. Mais, là encore, l'accès à Internet a changé l'échelle de cette pratique en permettant la diffusion mondiale des sujets des défis, en facilitant la création d'équipes éphémères géographiquement dispersées et en rendant les ensembles de données aisément accessibles à tous⁵. Cette approche est particulièrement active dans le domaine des sciences de l'information, domaine essentiel pour les grandes entreprises numériques qui, par leurs énormes ressources financières, jouent un rôle majeur dans la mise en place de ces concours et la récolte de leurs résultats. La recherche hors-murs est également très active dans les domaines des technologies de l'espace et des transports.

Une deuxième catégorie de recherche hors-murs est portée par le mouvement « Do It Yourself » (DIY), qui concerne des domaines dans lesquels les outils techniques ou logiciels avancés sont facilement disponibles, souvent via Internet. Ainsi, des individus isolés ou des petits groupes - physiques ou virtuels - peuvent s'impliquer dans des projets ambitieux. C'est le cas, par exemple, des applications spatiales, des dispositifs biomédicaux ou – de façon naissante - de la biologie, avec la possibilité de développement d'organismes génétiquement modifiés (biologie dite « de garage »). Ceci pose manifestement un problème sérieux de sécurité et de sûreté, dans la mesure où les résultats de ces activités peuvent avoir de vastes répercussions sur la vie des autres.

Développements potentiels de la science citoyenne

Le mouvement actuel vers une science ouverte, que les académies soutiennent activement, est une nouvelle opportunité de développement pour la science citoyenne. Les citoyens ont, ou auront bientôt, accès à des ressources qui étaient auparavant disponibles presque uniquement au profit des chercheurs de laboratoire : une première ressource clé sera l'accès complet et gratuit à la plus grande partie de la littérature scientifique. Selon les principes de la « recherche reproductible », les détails des protocoles de recherche, des données sources et des 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, y compris des outils d'intelligence artificielle, qui sont d'application large.

On peut également prédire que les activités de science citoyenne, qu'elles soient « participative » ou « hors-murs », vont se développer parce qu'elles correspondent au désir général de liberté, d'implication et d'autonomie des citoyens, et aux possibilités techniques offertes par l'Internet et les autres technologies de communication qui sont alimentées par de vastes ressources sous contrôle privé. On observe ce mouvement dans presque toutes les activités humaines, et il y a peu de raisons de croire que la recherche scientifique fera exception.

L'expansion prévisible de la science citoyenne, en particulier dans la catégorie « hors-murs », a déjà et aura d'importantes conséquences économiques. En raison de son potentiel d'innovation et de flexibilité, la recherche hors-murs est, et sera, partie prenante de 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 par brevets. Ces activités sont également à l'origine de créations d'entreprises dans les technologies numériques ainsi que dans d'autres domaines tels que l'industrie spatiale et la biologie synthétique. Certaines conséquences attendues de ces évolutions sont positives tandis que d'autres soulèvent des questions et des inquiétudes.

5. Voir par exemple <https://www.kaggle.com/competitions> qui liste une grande variété de compétitions, les prix correspondants offerts et le nombre des équipes/personnes qui y participent. D'autres exemples sont nombreux dans l'industrie spatiale, avec des prix pouvant atteindre plusieurs millions de dollars.

Dans toutes ces situations, il est extrêmement important qu'existent des mécanismes permettant au public, aux médias et à toute personne d'évaluer les annonces scientifiques sur la base de la qualité et de la robustesse de la méthodologie de recherche employée. On peut imaginer que l'évolution des diverses formes de science citoyenne se fera dans le cadre d'un système mondial de contrôle de qualité surveillé par des professionnels, incluant un détecteur de « mauvaise science », qui aurait les ressources considérables et la diversité des connaissances nécessaires pour signaler les cas présumés de résultats scientifiques médiocres.

Aspects positifs

- Le nombre croissant de scientifiques non professionnels participant à des activités de recherche permettra à une plus grande quantité de personnes de mieux appréhender la science pour le bien commun, d'accroître la confiance du public dans la science et de renforcer la place de l'expertise scientifique dans la décision publique.
- Le développement de la science citoyenne peut permettre d'intégrer le savoir de différentes communautés (par exemple les communautés autochtones en Amérique du Nord) ; il peut permettre de collecter plus rapidement et/ou plus économiquement des données dans certains domaines, et même d'avoir accès à des projets de recherche tout simplement inimaginables « dans les murs » des laboratoires. Au-delà, une relation harmonieuse entre la recherche « dans les murs » des institutions de recherche et la recherche citoyenne pourrait produire des bénéfices encore plus fructueux.
- La science citoyenne est une nouvelle occasion de découvrir des individus talentueux en dehors de l'organisation conventionnelle des carrières scientifiques et éventuellement de trouver de nouvelles idées pour répondre aux grandes questions du moment. Cette possibilité est largement utilisée par l'industrie, en particulier dans les technologies de l'information et de l'espace.
- La science citoyenne peut être utilisée pour résoudre des défis majeurs (par exemple [seti@home](#)).

Préoccupations

- Les praticiens de la science citoyenne ne doivent pas être vus comme une ressource de substitution aux scientifiques professionnels.
- La science citoyenne peut manquer de normes de qualité, principalement en raison de l'absence du système habituel d'évaluation par les pairs. Des résultats de mauvaise qualité non mis à l'épreuve pourraient alors diminuer la confiance du public dans la science en général.
- Le problème de la reproductibilité des résultats scientifiques est déjà devenu préoccupant dans le cadre de la science académique et des précautions spécifiques ont été suggérées pour réduire le flot de rapports de recherche non reproductibles. Ces précautions devront être adaptées aux projets scientifiques citoyens.
- Il est potentiellement inquiétant que des recherches puissent être trop facilement entreprises sans le contrôle des cadres éthiques et moraux et des règles de sécurité imposées aux institutions « traditionnelles » dans des domaines sociétaux clés (par exemple, la génétique et les organismes pathogènes).

Six recommandations

Les principales recommandations, interdépendantes, sont les suivantes.

■ Repenser l'enseignement scientifique pour permettre aux élèves et étudiants d'entreprendre plus tard des recherches scientifiques, qu'elles soient dans un cadre professionnel ou citoyen

Dans un monde que les sciences et technologies de l'information transforment en permanence, il est nécessaire de repenser l'éducation et de mettre au point de nouvelles méthodes d'apprentissage tout au long de la vie, permettant d'acquérir des connaissances multidisciplinaires rationnelles, facilement accessibles et validées.

Il faudra pour cela prendre les mesures suivantes:

- Développer et mettre en œuvre - dès que possible et dès l'école primaire - de nouveaux modes d'apprentissage et de nouvelles méthodes de travail en commun, permettant d'obtenir des résultats scientifiques de qualité. Il faudra donner aux écoles les ressources en termes de professeurs de sciences et d'équipement pour initier les élèves à la pratique des sciences.
- Former les élèves et les étudiants, le plus tôt possible, au raisonnement abstrait et numérique, car ceux-ci sont fondamentaux pour saisir des concepts tels que l'induction, la déduction, les probabilités, les relations non linéaires et toutes les bases de la recherche empirique.
- Encourager les institutions à jouer un rôle important dans la validation des nouveaux outils de formation et d'information (comme les e-encyclopédies) permettant la mise à jour des connaissances dans les différents champs disciplinaires et leur mise à disposition du public.

■ Identifier des mesures permettant à la science citoyenne d'éviter ou atténuer d'éventuels écarts aux règles éthiques, ou des risques en matière de sécurité

Les procédures de contrôle existantes doivent être adaptées à la science citoyenne, afin d'éviter d'éventuels détournements, et afin de veiller à ce que les directives éthiques et les règles de sécurité y soient respectées, notamment dans les domaines de la biologie et de la médecine.

■ Promouvoir le codéveloppement de la science citoyenne et de la recherche menée en laboratoire

Une interaction étroite - y compris au stade de la formation - entre la science citoyenne et la communauté scientifique professionnelle est mutuellement bénéfique et est importante pour la validation des résultats. Cette interaction doit s'effectuer dans la confiance et le respect mutuel. Idéalement, chaque citoyen impliqué devrait avoir une compréhension minimale des enjeux scientifiques et technologiques. Inversement, les laboratoires doivent être attentifs aux questions soulevées par la communauté.

Cela nécessite :

- d'affecter des fonds et du personnel spécifiques aux activités de mentorat, à la diffusion de la méthodologie scientifique et à la surveillance de la qualité et de la reproductibilité de la recherche ;
- que les sciences humaines et sociales soient intégrées pour aider à identifier les facteurs et les stratégies d'un codéveloppement fructueux entre la recherche citoyenne et la recherche en laboratoire.

■ Permettre aux praticiens de la science citoyenne d'adopter la culture existante en matière de communication et d'évaluation de leurs 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 la spécificité de ce type de recherche. Des méthodes innovantes sont nécessaires pour fournir une évaluation indépendante des résultats et des canaux de diffusion qui garantiront un niveau de qualité acceptable. Le déploiement actuel de méthodes aidant les utilisateurs à identifier les fausses nouvelles sur la Toile devrait également concerner la publication de résultats de la recherche. On peut enfin imaginer un développement maîtrisé de la science citoyenne et des outils appropriés lui permettant de s'évaluer elle-même avec des normes d'examen et de robustesse comparables à celles qui sont appliquées aux laboratoires traditionnels.

■ Créer des programmes de financement spécifiques pour la science citoyenne

La science citoyenne, dans les nombreux domaines mentionnés dans l'introduction, apporte des données et une expertise inestimables. La valeur monétaire apportée par sa main-d'œuvre est difficile à évaluer, mais il est probable qu'elle est assez importante. Inversement, les organismes nationaux et internationaux pourraient envisager de dégager un soutien financier pour la science citoyenne, supplémentaire à celui apporté à la recherche scientifique menée dans les cadres professionnels. Des mesures de financement internationales spécifiques pourraient être coordonnées par les académies dans des domaines d'intérêt mondial commun, tels que les Objectifs de Développement

Durable. Dans ce contexte, il sera important de prendre en compte le fait que certains domaines se prêtent davantage aux activités scientifiques citoyennes que d'autres, qui, par exemple, ne peuvent être poursuivis qu'en accédant à un équipement coûteux ou à un environnement de laboratoire sûr.

■ Promouvoir des systèmes d'information permettant de documenter les thèmes et les résultats de la science citoyenne

Aller vers une information complète sur les projets de science citoyenne menés dans les pays du G7 et ailleurs est un objectif qui pourrait être atteint en créant une plate-forme commune internationale pour la collecte et la diffusion de ces informations, par exemple sous l'égide du Conseil international de la science (ISC). Cela permettrait notamment à la science citoyenne en tant que telle de devenir un objet 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_englisch.pdf

Haklay M. (2015) *Citizen science and policy: a European perspective*, Washington DC :

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*.

<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.