

Journée thématique Sciences participatives

Centre des colloques du Campus Pierre et Marie Curie, Paris 5^{ème}

Le 13 novembre 2018

TABLE-RONDE 4 : SCIENCES PARTICIPATIVES DE DEMAIN

La table-ronde est animée par Romain Julliard, UMR CESCO.

Romain Julliard

Il y a quelques années, l'article intitulé *A new dawn for participative science* pariait sur un temps nouveau pour les sciences participatives. Ses auteurs observaient alors un renouveau dans ce domaine, considérant que par-delà les formes héritées d'une longue histoire, le XXI^e siècle apporterait des initiatives tout à fait nouvelles. Dans cette perspective, cette table-ronde sera l'occasion de nous pencher sur certaines des innovations qui se dessinent.

Gilles Mirambeau, programme Plankton Planet

Je suis biologiste moléculaire à la Sorbonne depuis 1985 et suis membre depuis quelques années de l'association européenne *EuroScience*, très active dans la promotion du dialogue entre science et société notamment via sa revue *EuroScientist* et sa participation au programme *Responsible research and innovation* dans le cadre du 7^e PCRD et d'Horizon 2020. En 2017, j'ai organisé avec EuroScience une rencontre à Barcelone sur la science ouverte dans un monde ouvert qui me permit de connaître Colombaro de Vargas et de découvrir Plankton Planet. Les sciences participatives y ont été largement évoquées, et il y a en fait des années que je rêve d'une rencontre comme celle qui nous réunit dans le cadre de l'Alliance Sorbonne.

Le programme Plankton Planet s'inscrit dans la logique participative du *crowdsourcing* au niveau planétaire et est pour le moment pensé dans une logique *top-down*, bien qu'il soit sans doute amené à évoluer rapidement. Il vise à recueillir des échantillons de plancton dans tous les océans et prend place dans la foulée du projet Tara Oceans : dans ce cadre, une équipe de scientifiques s'est embarquée dans le voilier Tara pour parcourir l'Atlantique et le Pacifique en prélevant grâce à un filet les organismes unicellulaires en suspension avant de les analyser ensuite en particulier selon une approche métagénomique. À partir de l'analyse de l'ADN des organismes du plancton, il est possible de reconstruire les génomes, donc d'identifier les espèces que comprend ce compartiment du vivant dont la diversité colossale est encore mal connue. En 2017, les analyses conduites à partir des prélèvements effectués ont ainsi montré que 100 millions de gènes étaient présents pour les seuls protistes, la plupart des espèces présentes dans le plancton étant encore inconnues.

Le plancton joue un rôle essentiel et mérite véritablement d'être mieux connu. Au niveau planétaire, il fournit 50 % de l'oxygène, fixe 30 % du CO₂ et constitue le maillon de base des chaînes alimentaires marines. Il est à l'origine du pétrole et reste l'origine d'une grande partie de la sédimentation. Au-delà de mon rôle d'animateur science-société pour Plankton Planet, j'y joue aussi un rôle scientifique dans l'étude à développer des virus du plancton marin, dont la diversité est énorme et qui jouent un rôle fondamental pour la régulation de la population du plancton. Plus globalement, l'un des enjeux de la multiplication de ces prélèvements et de leur traitement est de caractériser l'impact du changement climatique sur l'évolution des populations de plancton.

Notre programme souhaite impliquer des marins de voiliers présents sur toutes les mers. Un kit pour pêcher ces microbes et les conditionner de façon adéquate leur sera fourni afin de collecter

un grand nombre d'échantillons qui seront ensuite analysés en laboratoire. L'objectif est de mettre en place une surveillance renforcée et à long terme des dynamiques du plancton dans toutes les mers du globe. Pour cela, il faudra mettre en place une communauté la plus large possible, sachant qu'il existe au monde quelques milliers de voiliers.

Après conduite d'un projet pilote reposant sur une trentaine d'entre eux, une cinquantaine de volontaires s'est fait connaître à ce jour. La liste de demandeurs est importante et nous souhaitons développer le programme au cours des années à venir pour que le nombre de routes suivies par les voiliers se multiplie, ce qui permettra de disposer d'une banque de données de plus en plus solide afin de suivre l'évolution temporelle des populations de plancton dans le plus grand nombre de lieux possible.

En parallèle, il est prévu de développer une communauté transversale de scientifiques dans la continuité de celle du projet Tara Oceans. Autour de l'équipe de Colombaro de Vargas, du laboratoire de Roscoff, et du consortium Tara Oceans, des chercheurs sont déjà impliqués notamment aux États-Unis et en Nouvelle-Zélande, en particulier parce que le séquençage de l'ADN implique un important travail d'ingénierie et de traitement informatique : il implique donc une coopération internationale.

Les *Seetizens* volontaires vivent quant à eux très souvent sur leurs voiliers et ont souvent du temps. Pour le moment, ils utilisent la première version du filet conçu à leur attention, mais une démarche de *crowdfunding* est en préparation pour concevoir avec le réseau FabLab un prototype peu coûteux, résistant et simple d'utilisation. Il faut aussi concevoir en *open source* un microscope performant et d'un coût abordable pouvant être embarqué dans les voiliers. Fort heureusement, le chercheur indien Manu Prakash, en poste à l'université de Stanford, a déjà mis au point un microscope Origami qui ne coûte qu'un dollar et est impliqué dans le programme Plankton Planet pour concevoir un appareil d'un coût de moins de 150 euros capable de visualiser des objets en photographie et en vidéo des objets avec une résolution d'un micromètre.

Le caractère participatif est ici essentiel, parce que l'amélioration de la connaissance sur le plancton exige la constitution de bases de données de très grande ampleur que les équipes scientifiques ne pourront jamais rassembler à elles seules.

Vincent Dupuis programme OpenAir et FabLab de Sorbonne Université, UMR PHENIX

Un FabLab est un tiers-lieu collectif interdisciplinaire doté d'un certain nombre de machines qui permettent de fabriquer des objets de tous types de façon coopérative et en *open source*. Cette fabrication très peu coûteuse fait principalement appel à l'imprimante 3D. Il est aussi possible d'équiper ces objets de microcontrôleurs électroniques d'un prix modique, ce qui permet de construire des appareils de mesure interactifs reliés à des ordinateurs et/ou des serveurs pour des budgets allant de quelques dizaines à quelques centaines d'euros.

À travers le monde, plus d'un millier de FabLabs travaillent en collaboration étroite et une fondation en soutient le développement. Ils peuvent être mobilisés sur de nombreux projets de recherche, et en particulier sur des projets de science participative, ce qui est une des vocations initiales du FabLab de Sorbonne Université. C'est le cas du projet AirCitizen, qui a pour le moment vocation à être mis en œuvre en Île-de-France, mais qui peut être repris partout dans le monde dans le réseau des FabLab. Ce projet a vocation à réaliser des mesures participatives de qualité de l'air en proposant de fabriquer les capteurs et en apportant aux personnes impliquées les compétences nécessaires. Les données collectées sont ensuite restituées sous forme de cartes de qualité de l'air visualisables sur de multiples supports.

Les capteurs sont construits pour un coût de quelques dizaines d'euros dans les ateliers et sont transparents afin qu'il soit possible d'expliquer aisément comment ils fonctionnent. Les mesures sont ensuite réalisées sur la voie publique avec les participants : il est en effet important de prendre le temps de les accompagner en particulier pour leur expliquer les limites techniques de ces capteurs. Au-delà des avantages du dispositif en termes de sensibilisation à la qualité de l'air,

la multiplication des mesures devrait néanmoins permettre de disposer d'une base de données pertinente. En outre, une rencontre a lieu après la sortie sur la voie publique pour prendre collectivement connaissance des cartes et pour proposer des façons de visualiser la qualité de l'air, puisqu'il s'agit d'un domaine technique pouvant sembler assez abstrait.

D'autres projets de sciences participatives sont en cours dans le réseau des FabLab, et en particulier le projet OPEN Geiger, qui vise à mettre en place une mesure participative de la radioactivité. Aujourd'hui, l'existence de technologies à bas coût les rend accessibles aux citoyens et utilisables de manière collaborative partout dans le monde, ce qui présente de fortes opportunités en particulier pour collecter des données. Les laboratoires sont ainsi sortis des universités et il importe à présent de bâtir des passerelles entre les FabLab et le monde académique.

Romain Julliard

Il est à souligner de ce point de vue que le FabLab de Sorbonne Université présente l'originalité de s'inscrire dans le monde académique.

Vincent Dupuis

En effet : cela permet notamment d'initier nos étudiants aux sciences participatives.

Caroline Moreau, programme Autonomie, UMR ISIR

Avec Mohammed Chetouani nous travaillons ensemble dans le cadre du programme Autonomie, qui est financé par l'Institut universitaire d'ingénierie en santé et qui a vocation à associer des universitaires, des acteurs de la société civile et potentiellement des industriels. La formule est proche de celle des MiniLabs, en ce qu'elle met l'utilisateur final au cœur du projet dans la logique de la co-conception : cette démarche permet d'être certains que les solutions déployées seront vraiment utilisées.

Nous sommes implantés dans l'hôpital gériatrique Charles-Foix d'Ivry-sur-Seine et travaillons sur la mobilité des personnes âgées ou en perte d'autonomie, sur les troubles du comportement (autisme, etc.), mais aussi sur la santé et le bien-être des personnes âgées.

L'un de nos projets porte à la fois sur la mobilité et sur la santé. Dans ce cadre, nous travaillons en lien avec un géographe de Sorbonne Université, qui cartographie les déplacements des personnes, ainsi qu'avec une Maison de quartier et la municipalité d'Ivry-sur-Seine, qui s'intéresse à déployer des solutions d'aménagement urbain utilisables par tous, y compris par les personnes âgées : elle a en effet ouvert récemment une place pavée très esthétique, mais qui ne peut pas être utilisée par les personnes en fauteuil roulant, ni par celles qui utilisent des béquilles ou par les femmes portant des talons.

Le projet associe les géographes avec l'ISIR, dont les ingénieurs développeront une application ciblée, et avec le lieu de recrutement qu'est la Maison de quartier. L'application a commencé à être développée, un questionnaire sur la mobilité des personnes a été mis en place et nous avons proposé une grande carte du quartier aux personnes participantes afin qu'elles nous indiquent les lieux qu'elles apprécient, leurs façons de se déplacer, leurs itinéraires et leurs souhaits d'évolution. Le projet se déploie peu à peu. Les participants ne sont pas scientifiques, mais s'intéressent beaucoup à l'avenir de leur quartier.

Le deuxième projet est davantage tourné vers l'industrie et porte sur la création d'un déambulateur qui aide aussi les personnes âgées à mobilité réduite à se verticaliser et à marcher. Ce prototype a été testé auprès de patients de l'hôpital Charles-Foix en collaboration étroite avec leurs médecins, et les résultats sont parfois surprenants. Certains matériels conviennent à telle ou telle personne, mais peuvent être totalement inadaptés voire très gênants pour d'autres.

Romain Julliard

Quels sont vos objectifs de recherche, et quelles sont les attentes des autres partenaires ?

Caroline Moreau

Dans ce type de structures, tous les participants sont au même niveau et échangent directement pour développer les projets. Chacun se nourrit des apports et des questions des autres pour que le projet puisse avancer en s'appuyant sur des éléments vraiment nouveaux.

Échanges avec la salle

Annick Clément, Faculté de médecine, Sorbonne Université

Comment les patients sont-ils recrutés dans le cadre du projet Autonomie ?

Caroline Moreau

En l'occurrence, nous nous appuyons sur le public de la Maison de quartier, qui reçoit tous types de personnes – depuis les enfants jusqu'aux personnes âgées –, pour proposer à ses visiteurs le premier projet présenté ci-dessus. Dans le deuxième cas, le public est celui des patients de l'hôpital Charles-Foix, auxquels les médecins proposent le protocole. Dans le cas d'autres projets, nous passons par l'intermédiaire d'associations de personnes âgées.

Annie Clément

Quel est le retour proposé à l'utilisateur du dispositif AirCitizen ?

Vincent Dupuis

À ce stade, nous jugeons indispensable d'accompagner les observateurs pour réaliser les premières mesures. Dans un deuxième temps, les participants partagent les résultats relevés grâce à un serveur qui produit des cartes qui rendent lisible la pollution aérienne grâce à un code de couleurs. Elles permettent de repérer les variations spatiales des concentrations en polluants et font partie des supports pour les échanges qui ont lieu avec les participants dans l'atelier. L'utilisateur est accompagné à toutes les étapes du dispositif et est ainsi formé pour créer de nouveaux ateliers et apporter à son tour un accompagnement aux nouveaux participants. Dans un deuxième temps et après une montée en compétences, il est possible que les participants transmettent directement les mesures en les enrichissant par des annotations.

Romain Julliard

Au-delà de la récolte de données, des réflexions sont-elles en cours pour proposer aux participants de procéder à des expérimentations ?

Gilles Mirambeau

Le programme Plankton Planet prévoit de faire participer de plus en plus les marins, notamment en mettant à leur disposition un kit comprenant un microscope très performant à bas coût et des marqueurs colorants facilitant l'identification des microbes dans les navires. Les voiliers de plaisance se transformeront ainsi peu à peu en de petits laboratoires. Ce dispositif intéresse apparemment beaucoup les personnes auprès desquelles il a été testé.

Vincent Dupuis

Les données relevées dans le cadre d'AirCitizen prennent sens lorsqu'elles sont comparées entre elles et avec les mesures de référence produites par AirParif.

Caroline Moreau

L'expérimentation est notre cœur de métier. Nous accompagnons ceux qui souhaitent s'y investir – cliniciens, chercheurs, industriels, etc. – pour rédiger le protocole de recherche, traiter les aspects technico-réglementaires, effectuer les recrutements, mettre en place les expérimentations et développer les bases de données, ceci jusqu'à la publication.

Vincent Dupuis

Avant le départ vers la voie publique, les participants à AirCitizen se concertent pour coconstruire les itinéraires : c'est essentiel pour qu'ils prennent pleinement part à une expérimentation.

Juana Osorio, ASTS

S'interroge-t-on sur l'impact environnemental de la collecte et du stockage de toutes les données recueillies grâce aux projets de science participative ?

Vincent Dupuis

Le développement des technologies actuelles n'est pas tenable sur la durée et la phase actuelle doit être pensée comme une période de transition vers des techniques plus sobres. D'ores et déjà de nombreux travaux sont menés en particulier pour concevoir et utiliser des algorithmes qui permettent d'économiser de l'énergie lors du traitement et du stockage des données, et nous nous efforçons de réduire notre impact écologique entre autres par ce moyen.

Gilles Mirambeau

Nous avons décidé de travailler avec des voiliers, dont l'impact environnemental est très faible. Nous faisons aussi en sorte de développer des outils fabriqués dans des matières respectueuses de l'environnement et réutilisables par tous. Et en effet, il faut continuer à travailler pour diminuer l'impact du stockage des données, qui est un problème transversal.

Vincent Dupuis

Les capteurs AirCitizen sont assemblés dans nos ateliers à partir de kits et sont volontairement démontables pour que leurs pièces ne terminent pas à la poubelle. Par ailleurs, ils ne sont pas vendus, et nous souhaitons créer des captothèques pour les faire circuler entre les participants. Ces deux aspects limitent l'impact écologique de ce programme.

Marine Legrand

Les projets de science participative s'impliquent-ils dans la réflexion sur la place de la technique dans les sciences environnementales ?

Vincent Dupuis

Les capteurs utilisés par AirCitizen permettent de réaliser des mesures, mais celles-ci sont pour ainsi dire inutilisables si elles ne sont pas accompagnées d'une description de leurs contextes, ce qui est un point fort des sciences participatives.

Caroline Moreau

De nombreux appels à projets portent sur les technologies propices à la santé (montres connectées, etc.) ou demandent que cet aspect soit abordé par les projets de recherche. Nous n'utilisons les technologies qu'en dernier recours, lorsque cela est nécessaire. La technologie doit rester un outil et ne pas être une fin en soi, et il nous revient en tant que chercheurs de ne pas verser dans la course à l'innovation technique et technologique e à tout prix.

Gilles Mirambeau

Une des composantes très importantes de Plankton Planet est l'analyse des prélèvements par les techniques les plus avancées existant en génétique, en biochimie, etc. Cela vise à approfondir le plus possible les connaissances sur les objets découverts grâce aux participants et à faire avancer ainsi la recherche fondamentale, tout en veillant autant que possible à ses possibles applications.

Vincent Dupuis

Les nouvelles technologies se développent très vite et il nous revient d'entrer en dialogue avec les *start-ups* qui les déploient et avec les utilisateurs pour que les protocoles et les

méthodologies permettent de recueillir toutes les données produites. En effet, les deux tiers des données issues des stations météorologiques restent actuellement inutilisés, et il faut en général faire en sorte que les moyens techniques mis en œuvre et les données qui en proviennent soient réellement utilisés, ce qui est loin d'être le cas.

Caroline Moreau

En fait, les sciences participatives relèvent du bricolage, ne serait-ce que parce qu'il faut très souvent faire face à l'imprévu.

Gilles Mirambeau

En pratique, tout chercheur impliqué dans la recherche fondamentale est un bricoleur qui est guidé par ses intuitions et qui se trompe de nombreuses fois avant d'atteindre des résultats. Les sciences participatives n'échappent pas à ce registre, ce qui est rassurant.

Caroline Moreau

Sur ce point, c'est tout l'intérêt des FabLabs et des MiniLabs que de pouvoir ouvrir des espaces d'expérimentation où il est possible de faire face à l'imprévu et de redresser la situation : les dispositifs conçus au laboratoire, en général, ne fonctionnent pas, et c'est lors des premiers temps de l'expérimentation qu'il est possible d'intervenir pour rapprocher la théorie du terrain. Les sciences participatives participent ainsi à l'innovation scientifique.

Romain Julliard

L'essentiel est de garder la mémoire des plantages et de leurs enseignements.

Caroline Moreau

L'idéal serait de pouvoir connaître les plantages des autres équipes de recherche afin d'éviter d'avoir à réinventer des solutions qui existent déjà. C'est l'un des intérêts de l'*open source*, qui contribue à lutter contre les effets délétères de la concurrence entre chercheurs.

Gilles Mirambeau

Quelques initiatives ont été prises en ce sens, dont *The journal of negative results*, où le questionnement sur les relations science-société est très présent. L'organisation d'échanges sous forme de blogs ou de forums participatifs pourrait aussi être propice à l'intégration de cette dimension.

Caroline Moreau

Les chercheurs font face à des obligations légitimes en matière de recueil des données personnelles, mais il est regrettable que Google puisse par exemple recueillir sans frein tous types d'informations sur la santé des personnes. Les informations de santé des Français sont analysées aux États-Unis par des firmes privées alors que les chercheurs n'y ont pas accès aux données recueillies par la Sécurité sociale, ce qui est aberrant.

Vincent Dupuis

En revanche, nous pouvons choisir de ne pas divulguer les données recueillies dans le cadre de dispositifs de science participative. Ainsi, dans le cadre d'une expérimentation sur la mesure de la qualité de l'air menée avec la mairie du 20^{ème} arrondissement de Paris, le modèle de capteur a été choisi précisément pour éviter la diffusion des données.