

# Bringing Research into the Classroom

Recommendations



@AdobeStock 227013669

Éditeur :

European Schoolnet (EUN Partnership AISBL), Rue de Trèves, 61, 1040 Brussels, Belgium

Veillez citer cette publication comme suit :

BRITEC Bringing Research into the Classroom – Recommandations

Mots clés :

Recherche, salle de classe, établissements scolaires, universités, chercheurs, instituts de recherche

Texte :

Evita Tasiopoulou, Noelle Billon, Martyna Bajorinaitė, Agueda Gras-Velazquez, Mattia Gentile, Anita Simac, Franca Sormani, Alexia Micallef Gatt, Agata Goździk, Mieke Sterken, María Rebeca Clemente-Gallardo, Jesús Clemente-Gallardo, Panagiotis Angelopoulos, Despina Mitropoulou

Conception/  
PAO :

Mattia Gentile (European Schoolnet)

Crédits photo :

Adobe Stock [adam121](#)

Publié en novembre 2021. Les opinions exprimées dans la présente publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles d'EUN Partnership AISBL ni de la Commission européenne.

Le travail présenté dans ce document a reçu le soutien du projet BRITEC, coordonné par l'Institut de Géophysique de l'Académie polonaise des Sciences, dans le cadre du programme Erasmus+ de la Commission européenne. Le contenu de ce document relève de la seule responsabilité de l'organisateur et ne représente en aucun cas l'opinion de la Commission européenne. La Commission européenne ne saurait être tenue responsable de l'utilisation de ces informations.

Ce rapport est publié conformément aux conditions générales de la licence Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Les recommandations BRITEC formulées à l'intention des différents acteurs visent à fournir aux enseignants, aux établissements scolaires, aux instituts scientifiques et aux responsables politiques des conseils sur la manière d'introduire la recherche en classe et de garantir une collaboration fructueuse. En outre, cette publication présente les activités pilotes au cours desquelles plusieurs établissements scolaires en Belgique, en Espagne, en Grèce et au Portugal ont intégré les sciences citoyennes, en collaboration avec et sous le mentorat d'instituts scientifiques locaux. Les parcours menant à une adoption réussie des sciences citoyennes et les principales problématiques qui ont émergé y sont également décrits.

Les sciences citoyennes offrent une multitude d'opportunités en matière d'innovation scientifique et sociale. La participation active du grand public dans le domaine de la recherche scientifique débouche souvent sur des avancées scientifiques, comme la découverte de nouvelles formes de connaissances, l'amélioration des données et des méthodologies scientifiques, et le renforcement des capacités scientifiques au sein de la société. Elle contribue aussi à résoudre les problèmes sociaux urgents et à accroître la coresponsabilité et la coaction entre les différents membres de la société. Plusieurs projets de sciences citoyennes réalisés en coopération avec des chercheurs et le grand public ont amassé d'immenses quantités d'informations et apporté des résultats précieux sur des problématiques locales/nationales de toutes sortes. Ces résultats sont extrêmement profitables aux responsables politiques qui peuvent alors tirer des conclusions informées et fondées sur les données, mais aussi anticiper un problème urgent en instaurant les actions requises.

De plus, les sciences citoyennes rapprochent les scientifiques et le grand public, elles aident à résoudre des problèmes de société, et elles facilitent les pédagogies d'apprentissage centré sur l'élève, comme l'éducation scientifique fondée sur l'investigation, l'apprentissage par projets et l'éducation ancrée dans le milieu, ainsi que le développement des compétences du XXI<sup>e</sup> siècle, telles que la collaboration, la communication, la réflexion critique et la résolution de problèmes. Si les projets nécessitant une « implication minimale » des participants peuvent apporter un espace

limité pour encourager l'éducation scientifique fondée sur l'investigation, l'apprentissage par projets et l'éducation ancrée dans le milieu, les projets reposant sur la parité ou la collaboration peuvent grandement profiter des pédagogies susmentionnées. Un contact direct avec les scientifiques aux différentes étapes des projets de sciences citoyennes offre aux élèves la possibilité d'aller sur le terrain, d'expérimenter, de poser des questions et d'élaborer des réponses en se fondant sur les données collectées et un raisonnement poussé, mais aussi d'envisager une carrière dans le domaine. En participant à des projets de sciences citoyennes, les élèves s'impliquent dans un processus scientifique très dynamique qui suscite leur curiosité et les amène à considérer les sciences comme « leur propre » produit. Par conséquent, les participants aux projets de sciences citoyennes deviennent des apprenants qui posent des questions pertinentes, utilisent judicieusement les informations collectées, et développent de nouvelles réflexions et idées sur un sujet scientifique spécifique et le monde qui les entoure. Grâce à l'investigation, les participants aux projets de sciences citoyennes développent les compétences et les attitudes requises pour devenir des apprenants autonomes efficaces. En outre, surtout lorsqu'ils participent à des projets de sciences citoyennes axés sur des problématiques locales, les élèves apprennent à s'impliquer dans l'investigation, envisager plusieurs solutions et apporter une proposition susceptible de résoudre le problème ou le défi rencontré. Enfin, les projets de sciences citoyennes sont idéaux pour mettre en application l'apprentissage par projets, car ils impliquent plusieurs acteurs et souvent plusieurs disciplines scientifiques. De cette manière, les élèves découvrent qu'il faut très souvent des informations et des compétences dans plusieurs domaines pour surmonter les défis du monde réel.



## Contents

<b>À propos de BRITEC .....</b>	<b>5</b>
<b>Résultats du projet.....</b>	<b>6</b>
Publication BRITEC.....	6
Kit d'outils de sciences citoyennes .....	6
Plans de cours .....	6
MOOC .....	8
<b>Évaluation .....</b>	<b>10</b>
Activités pilotes.....	10
MOOC .....	11
<b>Recommandations.....</b>	<b>13</b>
Pour les responsables politiques.....	13
Pour les instituts scientifiques.....	16
Pour les établissements scolaires.....	19
<b>Aller plus loin.....</b>	<b>23</b>

## À propos de BRITEC

La pénurie de main-d'œuvre qualifiée dans le secteur des STEM en Europe est très documentée : elle s'annonce comme l'un des principaux obstacles à la croissance économique dans les années à venir. En outre, les études pédagogiques internationales, comme PISA<sup>1</sup> et TIMMS<sup>2</sup>, montrent que la plupart des pays européens sont à la traîne, surtout dans des domaines tels que les sciences, les mathématiques et la lecture.

Il y a donc un réel besoin d'approches novatrices pour accroître la motivation des élèves vis-à-vis des disciplines STEM et pour former les enseignants à de nouveaux moyens d'introduire les sciences en classe. De plus, un travail important doit encore être fourni pour améliorer l'image des scientifiques au niveau sociétal. Les initiatives qui aident à démystifier les sciences et mettent les élèves en lien avec de véritables scientifiques peuvent engendrer un impact positif sur le long terme et rectifier l'image des scientifiques inaccessibles que l'on imagine souvent travailler seuls dans les tours d'ivoire de l'université ou d'autres instituts de recherche, sans contact direct avec le grand public.

Par ailleurs, il est essentiel de connecter les établissements scolaires au monde de la recherche afin que le secteur de la recherche accueille de nouveaux talents indispensables dans ses différents secteurs, ce qui aura un large impact social, mais aussi que les élèves soient considérés comme des scientifiques en herbe, évaluant les preuves pour tirer des conclusions, et découvrant comment appréhender les affirmations des uns et des autres qui émaillent notre quotidien (besoin essentiel identifié dans l'étude PISA 2015 de l'OCDE). Un impact supplémentaire est attendu dans les universités et les instituts de recherche, qui ont la possibilité de se présenter en tant qu'acteurs engagés dans les communautés locales, par leur soutien aux jeunes talents, leur contribution aux avancées scientifiques et sociales, et leur réel intérêt vis-à-vis des problématiques

locales. Enfin, tout ce qui vient d'être mentionné aura des répercussions très positives au niveau social.

Dans ce contexte, et pendant les trois dernières années (2018-2021), le projet BRITEC (Bringing Research into the Classroom) a concentré ses efforts sur l'introduction des sciences citoyennes dans les établissements scolaires afin d'impliquer les élèves dans les pratiques de recherche. Ce projet a aussi fourni aux enseignants des outils pédagogiques appropriés pour aborder les sujets STEM de manière contextualisée, en reliant les processus et les résultats de recherche aux pratiques éducatives quotidiennes.

Les sciences citoyennes constituent un moyen relativement nouveau de mener des recherches scientifiques en invitant les citoyens à collecter, analyser, interpréter et (dans de rares cas) présenter les données. Grâce au projet BRITEC, enseignants et chercheurs européens disposent des outils et de la formation nécessaires pour introduire la recherche dans la salle de classe en impliquant les élèves dans les processus de recherche scientifique (de l'aide à la formulation des questions de recherche jusqu'à la collecte et l'analyse des informations, puis à l'élaboration de conclusions pertinentes). La présente publication décrit les résultats de ces efforts, y compris les évaluations et les recommandations pour les établissements scolaires, les instituts scientifiques et les responsables politiques désireux de s'impliquer dans les sciences citoyennes. Le consortium BRITEC espère que l'expérience acquise, les ressources produites et la communauté d'établissements scolaires, d'universités et d'instituts de recherche qui s'est formée inspireront et motiveront plus d'acteurs à s'impliquer dans des activités de sciences citoyennes et à enrichir les travaux de la communauté des sciences citoyennes au sens large.

1 PISA : Programme international pour le suivi des acquis des élèves.

2 TIMMS : Trends In International Mathematics And Science Study.



## Résultats du projet

Plusieurs activités ont été menées dans le cadre de ce projet. Les résultats de ces activités ont fait avancer le débat sur l'utilisation et le rôle des sciences citoyennes en classe, et elles ont apporté des outils pratiques et des opportunités de formation aux éducateurs souhaitant inclure la recherche dans leurs pratiques pédagogiques quotidiennes.

### Publication BRITEC

En avril 2019, le rapport intitulé **Bringing Research into the Classroom – Citizen Science Approaches In Schools** a été publié par l'Observatoire Scientix dans le cadre des projets Scientix (la communauté pour l'éducation scientifique en Europe) et BRITEC (Bringing Research into the Classroom). Ce rapport aide à comprendre les principaux facteurs de réussite de l'implémentation d'activités liées aux sciences citoyennes dans les établissements scolaires. Il met en avant plusieurs aspects, comme l'implication des bénévoles dans les projets de sciences citoyennes, la collaboration entre établissements scolaires et chercheurs dans ces projets, et les points d'entrée des sciences citoyennes dans les programmes scolaires. Il inclut également des conclusions et des recommandations clés pour implémenter des activités de sciences citoyennes dans les établissements scolaires.

 <https://britec.igf.edu.pl/wp-content/uploads/2019/10/Scientix-BRITEC-Citizen-Science-in-Schools-WEB-final-2.pdf>

### Kit d'outils de sciences citoyennes

Le kit d'outils de sciences citoyennes BRITEC contient des outils informatiques qui pourront servir tout au long du cycle de création et d'implémentation des initiatives de sciences citoyennes. En outre, il offre une réflexion plus large sur les moyens d'impliquer les établissements scolaires et les chercheurs dans la coconception de projets de sciences citoyennes répondant aux besoins des deux parties, et vise à mobiliser le soutien d'autres acteurs importants. Par ailleurs, le kit d'outils inclut des réflexions sur l'éthique dans le domaine de la recherche, et sur les rôles et responsabilités des acteurs engagés dans ce type de projet. Enfin, il fournit des sources utiles et des plateformes de réseautage dédiées aux sciences

citoyennes, développées lors de différents projets Horizon 2020.

Ce kit d'outils est disponible en français et dans quatre autres langues (anglais, espagnol, grec et polonais) sur le site Web du projet.

 [https://britec.igf.edu.pl/?page\\_id=407](https://britec.igf.edu.pl/?page_id=407)

### Plans de cours

Pendant le projet BRITEC, neuf plans de cours dédiés aux sciences citoyennes ont été développés dans les écoles pilotes de quatre pays européens (trois plans de cours ont été développés en Belgique, deux en Espagne, deux en Grèce et deux en Pologne), afin d'étudier leur collaboration avec des instituts scientifiques et/ou des chercheurs.

Nous allons nous intéresser tout particulièrement à trois de ces plans de cours, préparés par des enseignants pilotes BRITEC, et qui illustrent bien la manière dont la collaboration entre les établissements scolaires (élèves) et les chercheurs enrichit les processus de recherche et d'apprentissage, et apporte des résultats exceptionnels au niveau scientifique et pédagogique. Le premier plan de cours présente le potentiel et les avantages des activités de sciences citoyennes pour les responsables politiques. Le deuxième plan de cours sensibilise les jeunes aux problématiques de la gestion de l'eau par le biais d'activités pratiques et notamment d'excursions scolaires organisées dans le but de prendre des mesures scientifiques et d'analyser les données collectées. Enfin, le troisième scénario d'apprentissage implique la collaboration des élèves avec un chercheur afin d'analyser la pollution sonore. Il souligne l'importance de la qualité des données et met en lumière le rôle de l'enseignant dans le suivi de la collecte des données.

Le plan de cours intitulé « Analysis of students' dietary habits »<sup>3</sup>, créé en collaboration avec des chercheurs de l'université Aristote de Thessalonique et des enseignants de l'école Ellinogermaniki Agogi en Grèce, aborde un problème de santé publique actuel : l'obésité infantile. Si les raisons de l'obésité infantile sont complexes, le comportement des enfants,

3 [https://www.europeanschoolnetacademy.eu/assets/courseware/v1/28418c55eb6344393935d92fdf2374fe/asset-v1:BRITEC+CitizenScience+2021+type@asset+block/Dietary-habits\\_LS.docx](https://www.europeanschoolnetacademy.eu/assets/courseware/v1/28418c55eb6344393935d92fdf2374fe/asset-v1:BRITEC+CitizenScience+2021+type@asset+block/Dietary-habits_LS.docx)

influencé par de nombreux aspects de leur cadre de vie (modes de transport, publicités alimentaires, sécurité, prix des aliments, etc.), fait partie des facteurs les plus souvent mentionnés par les professionnels de santé. Destiné aux élèves âgés de 9 à 12 ans, ce plan de cours étudie les comportements des enfants et les corrélations possibles entre ces comportements et des paramètres environnementaux spécifiques. Pour ce faire, les enfants endossent le rôle de scientifiques citoyens pendant quatre semaines : ils collectent des données sur leurs propres schémas de comportement et sur l'environnement local à l'aide de myBigOapp.

Avant la collecte de données, les professeurs d'éducation physique de l'établissement scolaire mesurent le poids et la taille des élèves. Les élèves doivent également répondre à quelques questions sur leurs habitudes alimentaires, leur activité physique et leur sommeil. Après avoir installé l'application, les enfants prennent des photos de leurs repas quotidiens et font état de leur humeur à chaque fois qu'ils téléchargent une photo sur l'application. Ils prennent aussi des photos de publicités alimentaires qu'ils voient dans leur environnement quotidien (au sein ou à l'extérieur de l'école), quel que soit le support utilisé (brochure, panneau, affiche sur un bus, au format numérique, en ligne ou à la télévision). Enfin, les enfants utilisent des montres connectées pour enregistrer leurs coordonnées GPS, leur activité physique et des données sur leur sommeil. À toutes les étapes de la collecte de données, ils reçoivent des instructions de la part de leurs enseignants et/ou de chercheurs. Au final, les données collectées permettent de créer des modèles statistiques complexes afin d'analyser l'influence éventuelle du comportement et de l'environnement sur la prévalence de l'obésité. Les informations rassemblées sont extrêmement utiles aux responsables politiques. Elles leur permettent 1) de prévoir l'impact de changements politiques sur les taux d'obésité et de comparer différents groupes communautaires ; et 2) d'élaborer et planifier des programmes et des politiques efficaces pour réduire l'obésité infantile.

Le plan de cours « Small retention is a big deal: Plants, water storage and drought inhibition (field activities by the river) »<sup>4</sup> a été développé dans le

cadre d'une collaboration entre des chercheurs de l'Institut de Géophysique de l'Académie polonaise des Sciences et du Complexe d'écoles spécialisées dans l'économie et les services Frédéric Chopin à Żychlin. Conçu pour les élèves de 15 à 20 ans, ce programme sensibilise les jeunes aux problématiques de la gestion de l'eau et aux répercussions des changements saisonniers de la végétation riveraine et des conditions microclimatiques sur la rétention d'eau.

Sur le terrain, les élèves travaillent en groupes afin de réaliser les tâches (différentes pour chaque groupe) répertoriées sur les fiches d'activité. L'enseignant observe le déroulement des activités et apporte son aide si nécessaire. Lors des activités proposées, chaque élève reçoit une carte topographique de la zone et marque l'emplacement où les mesures seront réalisées, ainsi que le sens du courant de la rivière. Puis chaque groupe utilise un GPS pour déterminer les coordonnées géographiques du site où les mesures seront prises. S'appuyant sur leurs connaissances et leurs observations de la rivière, les élèves écrivent les informations relatives à différents éléments de la vallée (lit de la rivière, vallée, champ d'inondation) dans leurs fiches d'activité. Conformément aux instructions, ils mesurent aussi le temps nécessaire pour que des plastiques jetés dans la rivière et flottant à la surface atteignent la partie désignée de la rivière. Ils effectuent ces mesures cinq fois. Les élèves calculent ensuite la moyenne arithmétique des résultats obtenus. Voilà comment ils mesurent la vitesse du courant.

Les élèves peuvent également effectuer des mesures météorologiques simples (température de l'air, pression atmosphérique, couverture nuageuse, direction du vent) et comparer ces données aux données de la station météorologique la plus proche. Au travers de ce type d'analyse, les élèves découvrent le microclimat de la rivière. En utilisant leurs propres connaissances et un code spécifique pour désigner les espèces végétales, les élèves notent le nom des plantes qui poussent sur les bords de la rivière. Ils élaborent aussi une documentation photographique des plantes. À partir de leurs observations, ils décrivent le cours de la rivière (vitesse du courant, matériaux transportés, taille du lit de la rivière, pente) et son activité morphologique. Ils dressent également des rapports sur les formes morphologiques

4 [https://files.eun.org/SciEduDept/River-erosion-LS\\_MOOC.pdf](https://files.eun.org/SciEduDept/River-erosion-LS_MOOC.pdf)

créées par l'activité de destruction ou de construction de la rivière.

Ces activités sur le terrain font l'objet d'une synthèse en classe à l'occasion d'un cours programmé. Les groupes présentent ensuite leurs recherches. Ils peuvent choisir la forme qu'ils souhaitent : description, présentation, film, portfolio, etc. Chaque élève est évalué. La note finale dépend de l'implication des élèves sur le terrain et de la qualité et la présentation des résultats obtenus.

Outre ces activités, les élèves sont invités à surveiller les changements saisonniers de la végétation riveraine en prenant régulièrement des photos à un emplacement choisi. La fréquence des observations dépendra des conditions hydrologiques du site d'observation. Cependant, un cliché minimum par mois est recommandé, et au moins un cliché doit être pris à chaque saison. Cette initiative vise à faire découvrir l'impact des saisons sur la végétation riveraine et les conditions microclimatiques, mais aussi à surveiller les changements et fournir des données à des fins d'analyse scientifique.

Le plan de cours « Impact of traffic noise on people: Build your own disruption function »<sup>5</sup> créé par les enseignants belges Bartel Willems et Wim Van Buggenhout en collaboration avec le Dr Luc Dekoninck, chercheur, illustre bien la manière dont les enseignants peuvent surveiller la fiabilité des données collectées. Grâce à ce plan de cours, les élèves de cycle secondaire aident le chercheur à mesurer la pollution sonore sur des sites belges qui ne font pas encore l'objet d'un suivi, principalement sur des routes locales. Au début du projet, le chercheur explique les conditions exactes que les élèves doivent respecter pour procéder à des mesures précises et pertinentes. Plus spécifiquement, les mesures d'exposition au bruit sont réalisées à l'aide d'un capteur de bruit placé dans trois zones différentes : chez les élèves, dans la zone industrielle de la ville belge de Londerzeel, et au sein de l'établissement scolaire. Pour la zone industrielle de Londerzeel, quatre capteurs de bruit sont placés à diverses distances (1 m, 100 m, 200 m et 300 m) d'une autoroute fréquentée. Comme cette activité est menée dans le cadre scolaire, la mesure du bruit réalisée

conformément aux instructions données fait partie de l'évaluation des élèves. Par conséquent, la qualité des données est assurée par le fait que les mesures s'effectuent en cours de STEM et sous la surveillance étroite de l'enseignant.

## MOOC

Un **MOOC unique intitulé « A Roadmap to Citizen Science Education »**, développé par European Schoolnet avec le soutien de tous les partenaires, s'est intéressé à l'intégration des activités scientifiques dans l'enseignement STEM en apportant des ressources et des témoignages d'implémentation issus de projets éducatifs et novateurs dédiés aux sciences citoyennes. Proposé en anglais aux enseignants désireux d'introduire les sciences en classe par le biais de la conception, du développement et de la mise en œuvre de projets éducatifs de sciences citoyennes, ce MOOC a eu lieu à la European Schoolnet Academy<sup>6</sup>, une plateforme virtuelle gratuite de développement professionnel destinée aux enseignants et aux autres professionnels de l'éducation. Cette formation proposait une collaboration entre enseignants et chercheurs. Elle présentait la vision de chercheurs qui ont aidé des enseignants à développer des scénarios d'apprentissage STEM intégrant des activités scientifiques en fonction des besoins de projets de recherche actifs. Ce MOOC visait principalement à apporter des directives de conception claires ainsi que des ressources utiles pour que les enseignants développent leurs propres scénarios d'apprentissage.

Le cours se composait de quatre modules et incluait une activité finale d'évaluation par les pairs. Les objectifs de chaque module sont récapitulés dans le *Tableau 1*.

<sup>5</sup> <https://www.europeanschoolnetacademy.eu/assets/courseware/v1/e9d84a44742dd855db40b0a881b6428d/asset-v1:BRITEC+CitizenScience+2021+type@asset+block/BRITEC-Case-Study-Noise-review-ms-V02.pdf>

<sup>6</sup> <http://www.europeanschoolnetacademy.eu/>

Tableau 1 : MOOC « A Roadmap to Citizen Science Education » – Modules et objectifs d'apprentissage

## Objectifs par module

### Module 1 : An Introduction to Citizen Science and Bringing Research into the Classroom

- Apprendre à faire la différence entre les sciences citoyennes en tant que démarche bénévole et les sciences citoyennes en tant qu'activité éducative dans le cadre scolaire ; et définir le rôle de chaque acteur
- Découvrir les activités de sciences citoyennes en classe et plusieurs exemples de projets de sciences citoyennes
- Explorer les principaux termes à introduire en classe lors de la réalisation d'activités de sciences citoyennes

### Module 2: How to Bring Citizen Science into Your Classroom

- Utiliser des exemples d'activités de sciences citoyennes menés en classe
- Définir les opportunités et les implications liées à l'introduction du processus scientifique en classe sur les résultats d'apprentissage
- Comprendre comment adapter les pratiques professionnelles des scientifiques afin de mener à bien des activités pédagogiques de sciences citoyennes sans compromettre les objectifs et les procédures d'enseignement

### Module 3 : Mainstreaming Innovation in Your Class

- Distinguer les principales étapes nécessaires pour organiser une collaboration scientifique efficace
- Identifier les outils permettant de rationaliser l'innovation en classe, notamment dans le cadre de projets de sciences citoyennes
- Identifier et surmonter les éventuels problèmes éthiques en lien avec la mise en œuvre d'un projet de sciences citoyennes en classe

### Module 4: Submit Your Citizen Science Learning Scenario

- Découvrir les différents types d'évaluation
- Finaliser et soumettre un scénario d'apprentissage
- Échanger des idées avec ses pairs et tirer des enseignements des expériences de chacun en fournissant et en recevant un retour sur le travail effectué

 <https://www.europeanschoolnetacademy.eu/courses/course-v1:BRITEC+CitizenScience+2021/about>

## Activités pilotes

### Enseignants

Des activités pilotes BRITEC visant à impliquer les écoles pilotes dans une collaboration efficace avec des chercheurs ont été organisées pendant l'année scolaire 2019/2020. Des établissements scolaires en Belgique, en Espagne, en Grèce et en Pologne ont mis en œuvre plusieurs activités liées aux sciences citoyennes (parmi lesquelles la création d'un plan de cours) et proposées par des scientifiques issus d'instituts scientifiques locaux, qui ont également endossé le rôle de mentor et ont apporté une aide concrète aux établissements tout au long du processus. Avant et après ces activités, les enseignants et les chercheurs ont participé à des entretiens ciblés, ce qui a permis d'établir des connaissances et des comportements de référence en ce qui concerne les sciences citoyennes et leur application au sein et en dehors du cadre scolaire, ainsi que l'impact d'une participation à des activités pilotes sur ces connaissances et comportements.

Les activités pilotes ont également apporté des informations utiles sur les attentes et les expériences des participants, ce qui a donné lieu à l'élaboration de directives de planification et de réalisation d'activités similaires pour les enseignants et les chercheurs après la fin du projet.

Au total, 89 enseignants belges, espagnols, grecs et polonais ont soumis leurs commentaires et leurs réflexions à BRITEC avant et après la mise en œuvre de leur plan de cours sur les sciences citoyennes en collaboration avec une université ou un institut de recherche au niveau local. Près de 70 % de ces enseignants n'avaient encore jamais participé à un projet de sciences citoyennes, mais ils souhaitaient impliquer une ou deux classes dans le projet pilote. Avant la mise en œuvre du projet de sciences citoyennes, 65 % des enseignants se sentaient à l'aise avec l'idée d'utiliser les projets de sciences citoyennes en classe, tandis que 85 % des enseignants pensaient être mesure de coordonner un projet de sciences citoyennes avec leurs élèves. Les enseignants espéraient que leur implication dans un projet de sciences citoyennes renforcerait la motivation des élèves, les aiderait à approfondir leurs connaissances sur les sciences citoyennes, et leur offrirait la possibilité

d'améliorer leurs compétences de gestion de projet et de coordination (développement professionnel). En outre, le manque de temps et, plus globalement, la gestion du temps pour le projet étaient pressentis comme les risques les plus sérieux.

Les commentaires reçus après la mise en œuvre du projet ont montré que les enseignants participants avaient effectivement impliqué une ou deux classes dans le projet. 60 % de ces enseignants, soit un peu moins de 65 % des enseignants ayant fait part de leurs commentaires avant la mise en œuvre, ont utilisé sans difficulté les sciences citoyennes en classe. Un pourcentage similaire d'enseignants, encore une fois inférieur au pourcentage de 85 % initialement rapporté, a été capable de coordonner un projet de sciences citoyennes. Quant aux résultats, 70 % des enseignants ont convenu que la motivation des élèves avait augmenté, et qu'ils avaient aussi beaucoup appris sur les pratiques scientifiques concrètes. En ce qui concerne les challenges, le manque de temps a bien été une problématique majeure. L'organisation de la communication avec les chercheurs a également été citée comme un obstacle important.

N'oublions pas que les études pilotes ont été mises en œuvre en pleine crise COVID, période pendant laquelle les enseignants ont été forcés de s'adapter à l'éducation à distance en un laps de temps très court. Cela a fortement accru le niveau de stress des enseignants et a potentiellement influencé les résultats des évaluations.

### Chercheurs

Selon les retours d'informations de 20 chercheurs ayant participé aux activités pilotes BRITEC, 45 % des chercheurs comptaient plus de 15 années d'expérience dans la recherche, et 43 % des chercheurs évoluaient dans le domaine de la recherche depuis 5 à 15 ans. Avant le lancement des activités de sciences citoyennes organisées avec les établissements scolaires, 65 % des chercheurs affirmaient se sentir à l'aise avec l'idée de faire appel aux élèves en tant que « scientifiques citoyens » dans les projets de recherche, et 82 % pensaient que les contributions des élèves aux projets de recherche pouvaient soutenir de véritables objectifs de recherche. En termes de résultats, 65 % des chercheurs espéraient

améliorer leurs compétences de communication et 62 % attendaient avec impatience d'interagir avec des personnes en dehors de leur cercle professionnel.

Après ces activités de sciences citoyennes, 83 % des chercheurs ont affirmé se sentir à l'aise avec l'idée de faire appel aux élèves en tant que « scientifiques citoyens » dans les projets de recherche, et 85 % ont estimé que les contributions des élèves aux projets de recherche étaient fiables. 85 % des chercheurs ont amélioré leurs compétences de communication et 92 % leurs compétences organisationnelles. Les attentes relatives à l'amélioration des compétences (de la manière prévue) ont été satisfaites pour 82 % des chercheurs, tandis que beaucoup d'entre eux ont affirmé apprécier les interactions avec les enseignants et les élèves, ainsi que l'expérience de transformation des contenus scientifiques en contenus pédagogiques. Pour 68 % des chercheurs, il a été difficile de maintenir la motivation des élèves et les accords d'organisation avec les enseignants. Si beaucoup de chercheurs ont fait état du vif intérêt des élèves et de leur engagement manifeste dans les activités pilotes, d'autres ont indiqué que les restrictions imposées lors de la pandémie avaient rendu la collaboration globale avec les enseignants plus complexe et potentiellement nuisible à l'implication des élèves.

## MOOC

272 enseignants issus de plus de 30 pays ont suivi le MOOC intitulé « A Roadmap to Citizen Science Education », qui s'est déroulé du 22 mars 2021 au 28 avril 2021. Les participants à cette formation en ligne (en majorité des femmes, de 36 ans ou plus, enseignant en cycle primaire et secondaire en Europe et dans le reste du monde) ont bénéficié de connaissances, de réflexions et d'outils pour introduire les sciences citoyennes en cours dans différentes disciplines STEM. De plus, cette formation en quatre modules a présenté une multitude de possibilités et d'avantages vis-à-vis de la contextualisation des connaissances scientifiques en classe grâce aux efforts conjugués avec ceux des scientifiques dans les pratiques de sciences citoyennes. Enfin, les enseignants et les éducateurs ont été encouragés à faire le premier pas vers l'implémentation des sciences citoyennes en développant leur propre scénario

d'apprentissage pour refléter cette pratique scientifique.

### *Méthode d'évaluation*

Les résultats d'évaluation présentés ci-après reposent sur les données d'inscription et de participation à la formation (commencée/terminée) et sur les données collectées dans le cadre de deux enquêtes auxquelles les participants ont répondu de manière volontaire avant la formation (n=155) et après la formation (n=145), fournissant ainsi des informations sur les profils des participants, les impressions liées à la formation, et les connaissances autoévaluées des sujets de la formation. Cette méthode nous a permis de mesurer l'impact du MOOC sur les connaissances des enseignants concernant cette pratique scientifique et leur empressement à l'idée d'introduire les sciences citoyennes en cours.

Il est important de noter que 1 054 enseignants issus de 46 pays se sont inscrits pour participer au MOOC. 502 participants ont commencé au moins un module de la formation, et 272 participants ont terminé le MOOC. Un participant est considéré comme ayant terminé le MOOC lorsqu'il a exploré toutes les sections du MOOC et réalisé toutes les activités.

### *Résultats d'évaluation*

Impressions positives sur la formation, entraînant une adoption et une mise en œuvre plus étendues des sciences citoyennes dans les cours de STEM

En ce qui concerne les impressions relatives à la formation, 93 % des participants ont estimé le contenu de la formation particulièrement utile, lui accordant la valeur globale « Bien » ou « Très bien ». De plus, 85 % des enseignants ayant pris part au MOOC ont indiqué 1) qu'ils recommanderaient cette formation à un collègue (indiquant qu'ils étaient « D'accord » ou « Tout à fait d'accord » avec cette affirmation) et 2) qu'ils utiliseront les idées et exemples fournis dans leur travail au quotidien (« D'accord » ou « Tout à fait d'accord »). Enfin, 92 % des participants ont indiqué que la formation les avait rendus plus confiants et aptes à la mise en œuvre des sciences citoyennes en cours (« D'accord » ou « Tout à fait d'accord »).

Comme le reflètent les réponses des participants, les enseignants et les éducateurs n'ont pas seulement estimé que la familiarisation avec les pratiques des sciences citoyennes était une expérience utile pour explorer une approche pédagogique méconnue. Ils ont aussi assuré que cela leur avaient apporté plus de connaissances et de confiance pour commencer ou poursuivre la mise en œuvre des sciences citoyennes dans leurs pratiques pédagogiques quotidiennes.

### **Changement positif dans les compétences des éducateurs vis-à-vis de plusieurs sujets de sciences citoyennes**

Selon les résultats des enquêtes, le nombre de participants « Ayant de bonnes connaissances sur le sujet et se sentant prêt[s] à les mettre en pratique » a augmenté de 17 % après la fin de la formation. De plus, seuls 3 % des participants ont indiqué « Avoir de bonnes connaissances et une bonne expérience pratique sur le sujet et se sentir prêt[s] à conseiller/guider d'autres personnes » avant la formation, alors qu'ils étaient 23 % après la formation.

La participation au MOOC intitulé « A Roadmap to Citizen Science Education » a grandement contribué au développement des connaissances et des compétences des enseignants vis-à-vis de différents aspects de l'implémentation des sciences citoyennes. En outre, dans de nombreux cas, l'expertise accumulée pendant la formation a permis aux enseignants de se sentir à l'aise avec l'idée de partager leurs connaissances sur l'introduction des sciences citoyennes dans différentes disciplines STEM auprès de leurs pairs.



## Pour les responsables politiques

### Instaurer des politiques gouvernementales en faveur des sciences citoyennes

À l'heure actuelle, le soutien gouvernemental en faveur des sciences citoyennes est sporadique et peu structuré. Cela concerne également la gestion des projets de recherche et le développement de programmes de formation pour les scientifiques et les éducateurs. Afin de tirer parti des avantages des activités proposées, il faut ancrer les sciences citoyennes dans des politiques d'innovation éducatives et scientifiques. Les politiques jouent un rôle déterminant dans l'innovation scientifique, car elles facilitent et définissent des objectifs de pratiques scientifiques et éducatives, tout en légitimant ce qui est lié à ces objectifs. En outre, les politiques définissent des stratégies pour atteindre les objectifs fixés. Ces stratégies prennent la forme de plans et de programmes qui conduisent à des actions réelles (projets, initiatives, campagnes, etc.). Toutes ces actions concrètes ne peuvent être réalisées que lorsque des fonds spécifiques sont octroyés. Par conséquent, il est indispensable d'ancrer les sciences citoyennes dans les politiques d'innovation éducatives et scientifiques afin qu'elles soient considérées comme légitimes, reconnues en tant que pratiques scientifiques utiles, et bénéficiaires de moyens dédiés pour matérialiser les propositions formulées. Dans le même temps, il est important de surveiller et de guider les sciences citoyennes. Bien que les sciences citoyennes apportent de multiples avantages aux scientifiques et aux citoyens, ces avantages ne se manifestent que si les méthodes utilisées pendant les activités de sciences citoyennes sont de bonne qualité au point de vue scientifique.

#### ***Légitimation : reconnaître la valeur et la contribution des sciences citoyennes***

Les politiques d'innovation éducatives et scientifiques devraient reconnaître les sciences citoyennes comme une forme légitime de pratiques scientifiques. Ainsi, la contribution des sciences citoyennes à l'innovation scientifique

et sociale sera mise en avant et associée au droit humain à la science. Le droit à la science a été établi dans le cadre de la Déclaration des droits de l'homme, comme le droit de « participer au progrès scientifique et aux bienfaits qui en résultent » (Art. 27 de la Déclaration de 1948 des Nations Unies)<sup>7</sup>. Jusqu'à récemment, ce droit était surtout assimilé au droit d'accéder aux informations et d'acquérir des connaissances, ainsi qu'au droit de bénéficier des découvertes scientifiques. Depuis peu, le sens est passé « du droit d'accéder aux informations et aux connaissances au droit à participer » (De Marchi, et al., 2001)<sup>8</sup>. Par conséquent, les politiques d'innovation éducatives et scientifiques devraient réévaluer la définition même des pratiques scientifiques à la lumière des droits de l'homme, afin de mettre en exergue celles qui accordent ce droit aux citoyens.

De plus, les politiques d'innovation éducatives et scientifiques devraient refléter les principales opportunités et les divers avantages apportés à la science en tant que telle et qui découlent de la participation du grand public aux activités scientifiques. Cela inclut les nouvelles formes de connaissances<sup>9</sup> générées par les échanges de connaissances entre citoyens et scientifiques, l'amélioration des données et des méthodologies scientifiques (qui dépassent les pratiques scientifiques traditionnelles), l'amélioration des capacités scientifiques dans la société, le renforcement de la coresponsabilité et de la confiance pour toutes les parties impliquées, et la compréhension de la coopération afin de trouver des solutions à des problèmes spécifiques. En résumé, la reconnaissance des différents avantages apportés par les pratiques des sciences citoyennes devrait profiter à la communauté scientifique comme au grand public.

#### ***Reconnaissance : mettre en lumière et présenter de bons exemples de sciences citoyennes ainsi que leur impact sur la société***

7 ONU (Organisation des Nations Unies). (1948). Déclaration universelle des droits de l'homme. Extrait de : <https://www.un.org/fr/about-us/universal-declaration-of-human-rights>

8 De Marchi, B., Funtowicz, S. et Guimarães Pereira, A. (2001). From the right to be informed to the right to participate: responding to the evolution of European legislation with ICT. *International Journal of Environment and Pollution*, 15(1), 1–21.

9 Violet Soen et Tine Huyse (eds.) (2016). *Citizen Science in Flanders: Can We Count on You?* [Standpunten van de Jonge Academie 2]. Extrait de <http://jongeacademie.be/standpunt-citizen-science/>

Concernant la résolution de problèmes liés à des contextes sociétaux locaux ou plus larges, nous suggérons également que les politiques d'innovation éducatives et scientifiques valorisent le rôle des sciences et de l'éducation dans le traitement des problématiques sociétales urgentes et soulignent les bonnes pratiques des sciences citoyennes ainsi que leur impact positif sur la société ou, en d'autres termes, leur contribution à l'innovation sociale dans un contexte sociétal plus large que les simples avantages scientifiques et éducatifs. Plusieurs projets de sciences citoyennes réalisés en coopération avec des chercheurs et le grand public ont amassé d'immenses quantités d'informations et abouti à des résultats précieux sur des problématiques locales/nationales. Ainsi, pendant l'étude pilote BRITTEC belge, des scientifiques citoyens ont utilisé leur smartphone pour surveiller la pollution sonore (source potentielle de stress, troubles cognitifs et maladies chez l'homme, mais aussi de baisse de la condition physique et de modification du comportement des animaux sauvages) dans des zones urbaines ou protégées. Comme le montre ce projet, la collaboration avec des citoyens qui se servent d'applications peu onéreuses pour mesurer le son permet aux scientifiques de collecter de grandes quantités de données et de faire des découvertes sur une question d'ordre public qui peut ensuite être traitée par les responsables politiques.

### **Subventions**

Outre la légitimation des sciences citoyennes en tant que pratique scientifique et la reconnaissance de leur valeur scientifique et sociétale, des structures de subvention stables sont requises pour exploiter le plein potentiel des sciences citoyennes. Il est donc essentiel d'allouer un budget spécifique aux sciences citoyennes, mais aussi de réévaluer les budgets actuellement affectés à l'éducation, à la recherche et à l'innovation, en tenant compte des synergies éventuelles avec les sciences citoyennes. C'est particulièrement important au vu des spécificités des projets de sciences citoyennes, qui requièrent plus d'efforts de gestion et de communication, mais aussi des calendriers flexibles. Les calendriers des projets de sciences citoyennes sont extrêmement délicats, car il faut du temps pour gérer, former et maintenir la communication avec les élèves ou les citoyens qui doivent très souvent se forger leur propre expérience en

matière d'investigation scientifique. De plus, les participants aux projets de sciences citoyennes ont tendance à collecter de grandes quantités de données susceptibles d'entraîner des processus fastidieux de synthèse, d'analyse et de conclusion. En outre, les politiques d'innovation éducatives et scientifiques doivent identifier les ressources dans lesquelles il est nécessaire d'investir pour proposer des pédagogies et des formations novatrices. Les scientifiques et les éducateurs hésitent à s'impliquer dans des activités de sciences citoyennes, car ils doivent multiplier les efforts et les ressources, mais aussi en raison du manque de connaissances et de programmes de formation faisant la promotion de ce type d'activités. Enfin, des structures de subvention spécifiques sont requises pour surmonter les biais et les préjugés du grand public qui pense que les sciences citoyennes sont une pratique destinée à réduire les coûts de la recherche (étant donné que les citoyens ou les élèves participent généralement à titre bénévole). Dans de nombreux cas, les projets de sciences citoyennes nécessitent encore plus de ressources, d'expertise et de temps que les projets scientifiques traditionnels. Et ils aboutissent le plus souvent à des situations gagnant-gagnant pour toutes les parties impliquées.

### **Établir des mécanismes de surveillance et d'orientation des sciences citoyennes**

Si nous pensons qu'il est indispensable que les sciences citoyennes soient reconnues en tant que pratique scientifique très profitable, ces avantages ne se concrétisent que si les méthodes utilisées sont de bonne qualité au point de vue scientifique. Dans le cas contraire, la valeur scientifique et éducative des activités de sciences citoyennes risque de diminuer. Les décideurs doivent en être pleinement conscients et établir des mécanismes de surveillance et d'orientation appropriés afin de fournir des indicateurs de qualité pour les projets/activités de sciences citoyennes à surveiller. Ces outils doivent impliquer, sans s'y limiter, la qualité des données collectées, la compétence des chercheurs réalisant le projet, la structure et le plan d'implémentation du projet, la réalité de la question/du sujet à l'étude, et sa contribution à l'exploration scientifique. Enfin, il faut aussi prendre en considération le potentiel d'un projet/d'une activité à répliquer ou améliorer afin d'assurer la continuité des activités dans la phase qui suit le projet. Il est également

possible d'envisager la création d'un observatoire européen sur le long terme.

### **Inclure les sciences citoyennes dans le cycle d'élaboration des politiques**

Les responsables politiques peuvent utiliser des projets de sciences citoyennes à différents stades du cycle d'élaboration des politiques pour obtenir des données ciblées susceptibles de les aider à prendre des décisions informées et axées sur les données. Les sciences citoyennes peuvent fournir des contributions utiles pour anticiper les politiques (élaboration de l'ordre du jour) ou servir à collecter des informations. Par exemple<sup>10</sup>, une municipalité peut instaurer une collaboration afin de traiter la question des déchets sauvages. Un projet de sciences citoyennes peut aider cette municipalité à collecter des informations sur les zones particulièrement touchées par le problème des déchets sauvages et fournir des informations sur les types de déchets (par exemple, bouteilles en plastique, mégots de cigarettes, emballages alimentaires, sachets, etc.). À partir de ces informations, le conseil municipal peut décider de mener des actions précises, comme des campagnes de sensibilisation ciblant des publics et des tranches d'âge spécifiques, l'installation de poubelles supplémentaires (d'un certain type) dans des zones particulières, l'installation de poubelles plus grandes et de poubelles de recyclage dans d'autres zones, etc. De plus, les sciences citoyennes peuvent être reconnues comme un outil clé dans le cycle d'élaboration des politiques. Prenons l'exemple des projets de sciences citoyennes dédiés aux espèces exotiques envahissantes (EEE). Les espèces exotiques envahissantes constituent une menace grandissante pour la biodiversité en Europe. Les participants de plusieurs projets de sciences citoyennes fournissent des informations utiles permettant de déterminer les espèces à

inclure dans la liste des EEE préoccupantes pour l'Union au sein de la réglementation des EEE<sup>11</sup>. En matière d'implémentation des politiques, les projets de sciences citoyennes peuvent sensiblement accroître l'échelle spatiale et temporelle des données produites, ce qui ne serait pas envisageable dans le cadre de pratiques scientifiques traditionnelles. L'émergence de nouvelles EEE géoréférencées peut être soumise rapidement et directement sur le terrain, ce qui est idéal pour les mécanismes d'alerte précoce. Par conséquent, les sciences citoyennes fournissent des données qui complètent la surveillance officielle des États membres en matière de détection des nouvelles EEE. En même temps, les sciences citoyennes réduisent la charge administrative, la gestion et les efforts de communication des autorités nationales. Certains projets de sciences citoyennes permettent aux utilisateurs de déployer des outils spécifiques de gestion des EEE (par exemple, EEIKO<sup>12</sup>). Ainsi, les participants aux projets de sciences citoyennes contribuent également à l'évaluation des politiques.

### **Encourager la création d'une communauté virtuelle d'enseignants, de chercheurs, de responsables politiques et de représentants du secteur privé**

Les recherches documentaires indiquent clairement que de nombreux projets de sciences citoyennes axés sur différents sujets et affichant des niveaux de complexité variés ont été ou sont toujours menés au niveau européen et national. Mais que se passe-t-il à la fin de ces projets ? Est-il possible d'accéder à leurs résultats ? Comment contacter leurs auteurs et tirer des leçons de leur expérience ? Des efforts pour créer des référentiels et des communautés de spécialistes des sciences citoyennes, même si ces ressources restent fragmentées, ont été mis en oeuvre dans le cadre

<sup>10</sup> Idée développée par les auteurs, d'après : <https://www.nature.com/articles/s41598-020-74768-5>

<sup>11</sup> Les espèces exotiques envahissantes (EEE) désignent des animaux et des végétaux introduits accidentellement ou délibérément dans un environnement naturel où on ne les trouve pas habituellement, ce qui entraîne des conséquences graves pour leur nouvel environnement. Ces espèces constituent une menace sérieuse pour les animaux et les végétaux indigènes en Europe, et elles causent chaque année des dommages économiques s'élevant à plusieurs milliards d'euros au niveau européen. Étant donné que les espèces exotiques envahissantes ne s'arrêtent pas aux frontières, une action coordonnée à l'échelle européenne sera plus efficace que des actions individuelles menées par chaque État membre. Pour en savoir plus :

[https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/index_en.htm)

<sup>12</sup> EEIKO Plantas Invasoras est une plateforme Web qui offre une vision globale de la répartition spatiale des espèces végétales exotiques envahissantes. Les fiches d'information EEIKO reposent sur la participation des citoyens. Le site Web fournit aussi des outils de gestion aux responsables EEE des autorités environnementales afin de lutter contre les espèces envahissantes. Pour en savoir plus : <https://www2.eeiko.es>

de projets européens<sup>13</sup>, par des universités<sup>14</sup> et par d'autres types d'organisations<sup>15</sup>. Afin d'étayer, compléter et consolider ces efforts, la création d'une plateforme spécifique rassemblant les référentiels disponibles et fournissant des fonctionnalités de recherche et des métadonnées intelligentes est suggérée. En outre, la création et l'animation de communautés virtuelles dédiées à différents sujets, langues ou pays/régions contribueraient à la diffusion de bonnes pratiques et à l'instauration de nouveaux partenariats au niveau national et européen. Les universités et instituts de recherche, les entreprises et les pouvoirs publics locaux ont aussi un rôle à jouer sur cette plateforme, car ils peuvent suggérer des projets de sciences citoyennes en lien avec les problématiques et les besoins à l'échelle locale. Grâce à ce type de plateforme, les enseignants et les établissements scolaires ont la possibilité d'apprendre auprès d'établissements scolaires expérimentés, de communiquer avec différents acteurs et d'explorer des idées de projets dans leur région. De plus, tous les projets devraient être encouragés à communiquer leurs résultats sous la forme de Ressources Éducatives Libres avec des licences ouvertes et un accès libre, afin d'assurer la pérennité des projets de sciences citoyennes.

Pendant l'interview ciblée des enseignants en Pologne, les participants ont également exprimé le vif désir d'accéder à une plateforme nationale de collaboration, qui leur permettrait de profiter d'opportunités de collaboration avec des chercheurs et des instituts scientifiques. Ce type de plateforme pourrait offrir aux chercheurs un espace virtuel pour formuler des demandes de collaboration avec les établissements scolaires et/ou les communautés locales, mais aussi proposer des formations et une assistance. Cela apporterait de la visibilité à des initiatives assez confidentielles de sciences citoyennes, faciliterait la coordination des actions de sciences citoyennes et favoriserait l'identification de participants potentiels. Bien que de telles initiatives existent au niveau européen, une collaboration nationale serait grandement appréciée pour les raisons susmentionnées. L'Observatoire des sciences citoyennes en Espagne et le portail Web ciencia-ciudadana.es sont d'excellents exemples de ce type de

plateforme : ils résultent d'un projet développé par la fondation Ibercivis en collaboration avec la **FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología)/ministère espagnol des Sciences et de l'Innovation**.

### **Encourager la collaboration avec les entreprises du secteur privé**

La collaboration avec l'industrie et le secteur privé peut enrichir et dynamiser l'organisation de projets et d'activités de sciences citoyennes. Ces projets offrent des opportunités de collaboration étroite avec différents acteurs, et établissent une connexion avec des problèmes de la vie réelle et leurs solutions possibles, tout en informant les élèves sur les métiers STEM. Ce type de projet peut promouvoir la réutilisabilité, l'accélération de l'innovation et l'exploitation de données de recherche plus accessibles à des fins diverses, y compris pour une utilisation commerciale éthique. Par exemple, l'organisation Safecast<sup>16</sup> a été fondée après la catastrophe de Fukushima au Japon en 2013 : les citoyens concernés ont collecté des données sur la propagation de rayonnements dangereux dans la région. Depuis lors, en collaboration avec le secteur privé<sup>17</sup>, Safecast est devenue un réseau mondial de sciences citoyennes, présent dans 100 pays et collectant plus de 60 000 mesures environnementales chaque jour (pas seulement sur les rayonnements), et plus récemment des données liées à la COVID-19. Outre ces données, Safecast recense des initiatives citoyennes visant à concevoir et fabriquer du matériel scientifique et à le publier au format libre.

### **Pour les instituts scientifiques**

La majorité des communications scientifiques diffusées par les universités est unidirectionnelle et vise à informer le grand public à propos des résultats et des découvertes scientifiques actuels. Les instituts scientifiques doivent progressivement passer à des activités bilatérales, qui comprennent des échanges directs avec les élèves et le grand public, y compris lors de débats ou de conférences organisés par leurs soins et impliquant les élèves et le grand public à différentes étapes de la recherche au travers de la capitalisation des

<sup>13</sup> <https://eu-citizen.science>

<sup>14</sup> <https://www.zooniverse.org/>

<sup>15</sup> <https://scistarter.org/>

<sup>16</sup> <https://safecast.org/> organisation bénévole internationale

<sup>17</sup> <https://bit.ly/3lvHcZq>

avantages des projets de sciences citoyennes. Ces actions peuvent transcender les missions de communication scientifique habituelles et les transformer en véritables outils de recherche.

### **Soutenir les projets de sciences citoyennes qui dépassent la simple collecte de données**

Pour resserrer les liens entre scientifiques et grand public et pour ouvrir la voie à des pratiques scolaires et scientifiques bilatérales, impliquant les scientifiques mais aussi les élèves et les citoyens, universités et instituts de recherche doivent soutenir le développement de projets de sciences citoyennes à différents niveaux d'engagement, mais aussi sélectionner des projets de sciences citoyennes qui ne se cantonnent pas à la collecte de données et engagent les participants dans une collaboration plus complexe, comme le traitement des données et le partage de résultats de recherche, voire le choix des méthodes de recherche et l'élaboration de l'ordre du jour des recherches.

Selon la classification pyramidale proposée par Bonney, et al. (2009)<sup>18</sup>, il existe quatre grands types (niveaux) d'implication citoyenne dans les pratiques de sciences citoyennes (projets de sciences citoyennes). La base de la pyramide est le niveau d'« implication minimale » : pendant ces projets, seuls des efforts minimes sont attendus des participants en termes de pratiques scolaires et scientifiques. En règle générale, les participants doivent simplement collecter des données (souvent à l'aide de leur smartphone ou d'outils en ligne) et les communiquer aux scientifiques. Le deuxième niveau de la pyramide correspond à l'approche « contributive », où scientifiques et grand public apportent leur contribution et tirent des enseignements du processus de recherche. Par exemple, on peut demander à des participants d'enregistrer les chants de différents oiseaux dans leur jardin et de les classer en fonction d'une typologie donnée. Ainsi, les participants collectent des données scientifiques qui seront ensuite transmises aux scientifiques pour analyse, mais ils apprennent aussi à classer certains types

d'oiseaux. Autre exemple : le projet SPIN-CITY<sup>19</sup> de l'université de Gand a demandé aux citoyens de prendre des photos d'araignées et de les charger sur un portail dédié, accompagnées d'informations complémentaires. Cette activité faisait partie d'une étude consacrée à l'impact du stress causé par la chaleur sur la population animale de la ville. Lors de cette recherche, les participants ont collecté des données et ils ont appris à différencier les araignées mâles et femelles. Le troisième niveau de la classification pyramidale proposée par Bonney, et al. fait référence à l'implication « collaborative » : le grand public participe à différentes étapes de la recherche. Par exemple, les citoyens peuvent générer et même présenter des résultats de recherche. Les projets de sciences citoyennes axés sur l'histoire et qui impliquent les participants dans la transcription de documents ainsi que la présentation de résultats appartiennent à cette catégorie. Par exemple, la plateforme VeleHanden<sup>20</sup> regroupe une kyrielle de projets de sciences citoyennes sur le patrimoine culturel et compte 20 000 bénévoles. L'un des projets recensés se nomme S.O.S. Antwerpen<sup>21</sup>. Dans ce projet de l'université belge d'Anvers, les bénévoles transcrivent des informations sur les causes de la mort de civils anversoises entre 1820 et 1946. Au sommet de la pyramide se trouvent les projets de « cocréation », qui appliquent une approche paritaire. En d'autres termes, scientifiques et participants collaborent dans le cadre d'un partenariat équitable. Citoyens/élèves et scientifiques peuvent définir l'ordre du jour et les méthodes de recherche, choisir les instruments de recherche, mener une analyse, présenter les résultats, etc. Le projet Gentenair<sup>22</sup> en est un parfait exemple. Cette initiative ascendante de sciences citoyennes lancée par des citoyens concernés et des activistes environnementaux (en collaboration avec des scientifiques) a apporté des informations sur la manière de fabriquer (ou choisir) un capteur afin de mesurer les particules atmosphériques. Elle fait aussi référence à d'autres initiatives DIY expliquant comment mesurer certains aspects de la qualité de l'air. Compte tenu de la classification pyramidale

<sup>18</sup> <https://academic.oup.com/bioscience/article/59/11/977/251421>

<sup>19</sup> SPIN-CITY est un projet de sciences citoyennes mené par l'université de Gand. Pour en savoir plus : <https://www.spiderspotter.com/en/info/spin-city>

<sup>20</sup> <https://velehanden.nl>

<sup>21</sup> <https://sosantwerpen.be/project/>

<sup>22</sup> <https://gentenair.be/>

susmentionnée, les instituts scientifiques sont encouragés à choisir le niveau de participation à adopter dans un projet de sciences citoyennes, car tous ces niveaux de participation peuvent servir différentes parties d'un projet de sciences citoyennes (certains projets sont plus axés sur les avantages scientifiques, tandis que d'autres visent plutôt les avantages éducatifs ou sociétaux). Néanmoins, il est important de constater qu'en matière d'avantages éducatifs, les projets de sciences citoyennes qui dépassent la simple collecte de données, sont liés à une problématique locale et offrent de réelles opportunités de recherche (analyse de données, élaboration et test d'hypothèses, etc.) sont plus attrayants pour les établissements scolaires et les élèves. Ce type de projet peut mener à une collaboration sur le long terme et influencer la vision que les élèves ont des sciences et du rôle de ces dernières dans la société. Puisque les projets de sciences citoyennes qui appliquent une approche collaborative ou paritaire sont moins courants que ceux nécessitant un « investissement minimal », il est aussi recommandé aux instituts scientifiques d'envisager l'organisation d'une formation à cet effet, notamment pour les doctorants ou les jeunes chercheurs qui seraient peut-être plus enclins à expérimenter différentes méthodes et explorer des pratiques scolaires et scientifiques variées.

### **Connecter les projets de sciences citoyennes à la communauté locale**

Les projets de sciences citoyennes axés sur la résolution de problèmes sociétaux ou environnementaux locaux ont souvent un impact global plus large sur la société que les autres projets. Ils répondent à une question urgente et impliquent des acteurs très divers, et ont donc la possibilité d'obtenir un plus large soutien sociétal. Nous encourageons les instituts scientifiques à explorer et accompagner des projets axés sur la résolution de problématiques locales concrètes, et ainsi à renforcer leurs liens avec la communauté locale. Le projet de sciences citoyennes précédemment cité et impliquant la collecte d'informations sur les différents types de déchets sauvages ainsi que les emplacements où le phénomène est le plus souvent observé débouchera sur des actions et des solutions

tangibles de la part de la municipalité. Ce type de projet de sciences citoyennes contribuera à l'innovation sociale en engageant différents acteurs qui tendent ensemble vers un but commun et renforcera le sentiment de coresponsabilité entre les citoyens, les élèves et les organismes décisionnaires. En outre, les parties prenantes seront plus enclines à s'engager et fournir des résultats précis, car les résultats du projet de sciences citoyennes seront directement liés à leur propre environnement et leur propre qualité de vie. Seule condition : qu'elles reçoivent des protocoles fiables pour mener à bien leurs recherches (dans le cas contraire, il se peut que les participants tentent de biaiser leurs observations et leurs analyses, sachant que les résultats du projet influenceront sur leur quotidien). Citons par exemple le projet de sciences citoyennes CrowdWater<sup>23</sup>, mené par l'université de Zurich, Département de Géographie, Groupe Hydrologie et Climat. CrowdWater invite le grand public à utiliser l'application CrowdWater pour collecter des données hydrologiques. L'objectif à long terme du projet consiste à collecter de nombreuses observations et ainsi améliorer la prédiction des événements hydrologiques, tels que les sécheresses et les inondations. De plus, le projet étudie la manière dont le grand public peut s'impliquer dans la collecte des données hydrologiques, ainsi que la valeur des données collectées dans le cadre des prévisions hydrologiques.

### **Inclure des projets de sciences citoyennes originaux et authentiques**

La plupart des projets de sciences citoyennes du monde entier étudient principalement des sujets liés aux sciences naturelles (sciences environnementales, astronomie, biologie marine, biologie, etc.), tandis qu'un nombre plus restreint de projets de sciences citoyennes explore des sujets consacrés aux sciences humaines et sociales. Par conséquent, les instituts scientifiques sont invités à promouvoir l'approche des sciences citoyennes dans les départements de sciences sociales et de santé, et à explorer les avantages potentiels pour des sujets de recherche n'ayant pas encore impliqué les sciences citoyennes. Le projet Happiness<sup>24</sup>, mené (entre autres) par Robb Rutledge, neuroscientifique au University College

<sup>23</sup> CrowdWater est un projet qui étudie la manière dont le grand public peut s'impliquer dans la collecte des données hydrologiques, ainsi que la valeur des données collectées dans le cadre des prévisions hydrologiques. Pour en savoir plus : <https://crowdwater.ch>

<sup>24</sup> Le projet Happiness est un projet de sciences citoyennes mené par le neuroscientifique Robb Rutledge. Pour en savoir plus : <https://rutledgelab.org/>

London, est un projet de sciences citoyennes assez unique. Les participants sont invités à télécharger une application mobile, à jouer à plusieurs jeux en ligne et à remplir des questionnaires pour découvrir les causes de leur bonheur. À chacune de leurs parties, ils génèrent des données qui seront utilisées dans le cadre de recherches scientifiques en vue de construire un modèle mathématique expliquant comment les gens prennent des décisions, décrivant les facteurs qui déterminent le bonheur, et déchiffrant le rapport entre le bonheur et les décisions que nous prenons. Enfin, ce projet aidera les chercheurs à mieux comprendre les processus liés aux problèmes de santé mentale, tels que l'anxiété et la dépression, pour mettre au point de nouveaux traitements.

## Pour les établissements scolaires

Compte tenu de la pénurie de main-d'œuvre spécialisée dans les STEM en Europe, il existe un réel besoin d'approches novatrices pour démystifier les sciences et intéresser davantage les élèves aux STEM. Grâce à l'introduction des sciences citoyennes en cours de sciences ou dans d'autres disciplines, les enseignants et les éducateurs impliquent les élèves dans les pratiques de recherche et les incitent à embrasser une carrière scientifique. Par conséquent, les responsables d'établissements scolaires sont encouragés à soutenir l'implication des enseignants et des élèves dans les projets de sciences citoyennes. Une première étape consiste à présenter les sciences citoyennes aux enseignants STEM en leur montrant de meilleures pratiques d'implication des établissements scolaires dans les projets de sciences citoyennes et en les mettant en contact avec des enseignants ou des communautés d'enseignants qui ont déjà proposé des activités de sciences citoyennes.

Il est important de considérer l'enseignant comme un acteur du changement. Les enseignants sont essentiels dans l'introduction de l'innovation au sein des établissements scolaires. Il existe une corrélation positive entre la capacité des enseignants à créer un environnement d'apprentissage positif et enrichissant d'une part, et l'implication ainsi que les résultats d'apprentissage des élèves d'autre part. Nous recommandons donc que les écoles offrent aux enseignants STEM une formation pour apprendre à implémenter des projets de sciences

citoyennes. Ces événements de formation peuvent aussi être organisés en collaboration avec des instituts scientifiques qui ont mené à bien des projets de sciences citoyennes ou avec d'autres établissements scolaires ayant déjà participé à des activités de sciences citoyennes. Les projets de sciences citoyennes peuvent également être considérés comme un moyen de présenter les métiers STEM aux élèves. Au vu de tous ces paramètres, il est indispensable que les enseignants aient la possibilité de se familiariser avec des pédagogies et des approches novatrices (y compris les sciences citoyennes), de comprendre leurs avantages, de reconnaître leur valeur et de les implémenter en classe.

## **Reconnaissance et soutien des sciences citoyennes par les chefs d'établissement scolaire**

Il est crucial que les activités de sciences citoyennes soient reconnues et encouragées par les chefs et les responsables d'établissement scolaire. Il est difficile pour les enseignants de se poser comme des forces motrices ou encore de prendre l'initiative de créer un projet de sciences citoyennes ou d'y participer sans un accompagnement approprié de leur établissement scolaire. Un soutien pratique, financier ou moral du chef d'établissement aiderait beaucoup les enseignants. Dans certains cas, les enseignants ont de nombreuses tâches administratives à accomplir et ils doivent négocier ardemment pour s'impliquer dans une activité, même peu onéreuse, ou rejoindre un projet qui n'est pas dirigé par leur propre établissement scolaire. Un soutien de la direction de l'établissement scolaire faciliterait la participation des enseignants dans les projets de sciences citoyennes et, très souvent, réduirait la charge administrative ainsi que le temps passé à expliquer l'intérêt d'un projet de sciences citoyennes spécifique pour l'enseignant et ses élèves. De plus, en prenant conscience que les sciences citoyennes constituent une pratique novatrice utile et facile à associer à des pédagogies novatrices, les chefs d'établissement seraient plus enclins à fournir une formation sur les sciences citoyennes afin que tout l'établissement scolaire, et pas seulement les personnes les plus enthousiastes, se familiarise avec cette approche.

## **Importance d'une collaboration étroite et pertinente avec des partenaires de sciences citoyennes**

Comme susmentionné, il est capital pour les établissements scolaires d'établir des liens avec des instituts scientifiques et des chercheurs, et de s'impliquer activement dans des discussions, pour développer des pratiques de sciences citoyennes utiles aux scientifiques et aux éducateurs. Nous recommandons donc que les écoles s'appliquent à créer des liens avec des instituts scientifiques et même proposer des projets de sciences citoyennes, en demandant à des universités ou des instituts de rechercher de collaborer. Par ailleurs, il est important que les établissements scolaires suivent avec attention les activités de recherche de leurs universités partenaires. Ainsi, elles resteront au fait de l'actualité de la recherche et pourront repérer rapidement les opportunités de collaboration au travers des sciences citoyennes. En outre, les établissements scolaires devraient réfléchir à d'autres partenaires en mesure de collaborer ou intéressés par une collaboration. Il peut même s'agir d'entreprises privées qui produisent des outils pour un kit de test dans le cadre d'un projet de sciences citoyennes, à condition que le projet adopte des protocoles clairs afin d'éviter tout conflit d'intérêt.

### **Viser une situation gagnant/gagnant**

Les projets de sciences citoyennes devraient créer des situations gagnant/gagnant pour toutes les parties impliquées. Par conséquent, les établissements scolaires devraient réfléchir à ce qu'ils aimeraient obtenir en collaborant avec des scientifiques. Leurs élèves apprendront-ils à mettre en application de nouvelles méthodes de recherche ? Approfondiront-ils leurs connaissances sur certaines questions sociétales/certains problèmes concrets et sur les solutions à apporter ? Les élèves découvriront-ils des métiers STEM intéressants ? En participant à un projet de sciences citoyennes, les élèves développeront peut-être un intérêt pour un sujet de recherche spécifique ? Développeront-ils des compétences du XXI<sup>e</sup> siècle, comme la réflexion critique, la créativité, la collaboration, la communication, l'information et les connaissances factuelles ?

Dans le même temps, les instituts scientifiques devraient avoir l'occasion de s'exprimer et de discuter ouvertement avec les établissements scolaires partenaires à propos de leurs attentes concernant cette collaboration. Souhaitent-ils collecter de grandes quantités de données ? Veulent-ils développer leurs compétences de communication et de présentation en tant que scientifiques ? Veulent-ils communiquer publiquement à propos de leurs travaux ? Peut-être souhaitent-ils attirer les jeunes dans leur département et leur axe de recherche ?

Discuter librement et bien à l'avance des aspirations de chacun permet de mieux comprendre les besoins des parties prenantes, de créer un environnement collaboratif respectueux et de jeter les bases d'une collaboration pérenne.

### **Commencer petit et viser loin !**

Pour les novices dans le domaine des sciences citoyennes, le choix du tout premier projet peut être éprouvant. Les établissements scolaires et les enseignants qui sont passés par là s'accordent sur l'importance de commencer par quelque chose de petit et simple afin que les enseignants et les élèves acquièrent de la confiance, développent des compétences et comprennent toute la palette de projets et d'activités de sciences citoyennes. Des projets tels que Globe at Night<sup>25</sup>, qui sensibilise à la pollution lumineuse et à son impact sur les communautés, peuvent être un excellent point de départ. Les élèves peuvent consigner quotidiennement leurs observations de la clarté du ciel nocturne. Il leur suffit d'un ordinateur ou d'un smartphone. Cette activité constitue une excellente expérience d'apprentissage complémentaire pour un projet de sciences citoyennes plus vaste sur la pollution lumineuse, mais elle peut être aussi réalisée de manière indépendante et servir d'introduction.

### **Utiliser les sciences citoyennes pour améliorer des pédagogies spécifiques**

En présentant des problèmes concrets et en posant des questions spécifiques aux élèves dans le cadre d'approches pédagogiques novatrices telles que l'éducation fondée sur l'investigation, l'apprentissage par projets ou l'éducation ancrée

25 <https://www.globeatnight.org/>

dans le milieu, les enseignants stimulent la créativité des élèves et suscitent leur curiosité vis-à-vis de la recherche scientifique. Si les projets nécessitant une « implication minimale » des participants, comme indiqué par Bonnie, et al. (2009), offrent un espace limité pour encourager l'éducation scientifique fondée sur l'investigation, l'apprentissage par projets et l'éducation ancrée dans le milieu, les projets reposant sur la parité ou une approche collaborative peuvent grandement profiter des pédagogies susmentionnées.

### ***Sciences citoyennes et éducation scientifique fondée sur l'investigation***

Les projets de sciences citoyennes, en particulier les projets impliquant les citoyens (élèves) en tant que collaborateurs, permettent de mettre en application une éducation scientifique fondée sur l'investigation<sup>26</sup>. Ce sont des projets pour lesquels les élèves collectent des données (ce qui constitue déjà une pratique scientifique utile) et dans lesquels ils s'impliquent activement en vue de définir l'ordre du jour des recherches, concevoir la méthodologie de recherche et même analyser les résultats. Un contact direct avec les scientifiques aux différentes étapes de ces projets offre aux élèves la possibilité d'aller sur le terrain, d'expérimenter, de poser des questions et d'élaborer des réponses en se fondant sur les données collectées et un raisonnement poussé. En participant à des projets de sciences citoyennes (notamment ceux qui nécessitent une collaboration), les élèves s'engagent dans un processus scientifique très dynamique et en constante évolution, qui suscite leur curiosité. De plus, en participant à différentes étapes dans les projets de sciences citoyennes, les élèves ont une vision plus large de l'approche scientifique du sujet d'investigation. Par conséquent, les participants aux projets de sciences citoyennes deviennent des apprenants qui posent des questions pertinentes, utilisent judicieusement les informations collectées, et développent de nouvelles réflexions et idées sur un sujet scientifique spécifique et le monde qui les entoure. Enfin, grâce à l'éducation fondée sur l'investigation, les participants aux projets de sciences citoyennes développent les

compétences et les attitudes requises pour devenir des apprenants autonomes efficaces.

### ***Sciences citoyennes et apprentissage par projets***

Étant donné que les projets de sciences citoyennes sont consacrés à des questions concrètes et étudient ces dernières sur des périodes prolongées, ils offrent aussi la possibilité d'améliorer l'apprentissage par projets. Tout comme l'éducation scientifique fondée sur l'investigation, cette pédagogie peut améliorer les projets de sciences citoyennes en appliquant une approche participative collaborative ou paritaire, ce qui permet aux élèves de s'engager activement dans différentes étapes de la recherche. En outre, les projets de sciences citoyennes sont idéaux pour mettre en application l'apprentissage par projets, car ils impliquent plusieurs acteurs et généralement plusieurs disciplines scientifiques. De cette manière, les élèves découvrent qu'il faut très souvent des informations et des compétences dans plusieurs domaines pour surmonter les défis du monde réel, et que les différents acteurs ont un rôle spécifique à jouer tout au long du projet. De plus, surtout lorsqu'ils participent à des projets de sciences citoyennes axés sur des problématiques locales, les élèves apprennent à s'impliquer dans l'investigation, envisager plusieurs solutions et apporter une proposition qui permet de résoudre le problème ou le défi rencontré. Enfin, la pédagogie de l'apprentissage par projets implique d'encourager les compétences du XXI<sup>e</sup> siècle, y compris la collaboration, la réflexion critique et les compétences de présentation, dont les élèves ont besoin pour réussir dans le monde actuel.

### ***Sciences citoyennes et éducation ancrée dans le milieu***

Comme les projets de sciences citoyennes sont souvent mis en oeuvre à proximité de l'établissement scolaire ou du domicile des élèves, ce sont d'excellents exemples d'éducation ancrée dans le milieu. L'éducation ancrée dans le milieu est axée sur le patrimoine, les cultures, les paysages, les opportunités et les expériences au niveau local. Elle met en avant l'apprentissage

<sup>26</sup> L'éducation scientifique fondée sur l'investigation pour les élèves peut être définie par le processus et les résultats d'apprentissage des élèves sur le monde qui les entoure. C'est un processus de développement de la compréhension qui tient compte de la manière dont les élèves apprennent le mieux, autrement dit de leur propre activité physique et mentale. Il repose sur la reconnaissance du fait que les idées sont comprises, et non apprises de façon superficielle, uniquement si elles sont élaborées par les élèves eux-mêmes au fil de leurs propres expériences. Pour en savoir plus : <https://www.interacademies.org/education/ibse>

par le biais de la participation à des projets de service pour l'école et/ou la communauté locale. Avec l'éducation ancrée dans le milieu, l'apprentissage se fait dans la cour de l'école et/ou l'environnement local. Il est consacré à des thématiques, des systèmes et des contenus locaux, et il doit être pertinent pour l'élève à titre personnel. Dans de nombreux projets pilotes de sciences citoyennes BRITEC, toutes les affirmations susmentionnées ont été respectées. L'éducation ancrée dans le milieu sert aussi de base à la compréhension des problématiques régionales et mondiales et à l'implication dans ces problématiques : tout commence avec un contenu local, puis s'étend à d'autres régions.

### **Impliquer les élèves dans la conception et le choix d'un projet de sciences citoyennes**

Lorsque les établissements scolaires doivent choisir un projet de sciences citoyennes, l'implication des élèves dans le processus permet à ces derniers de développer des compétences de raisonnement et de présentation. Cela accroît leur appropriation et leur engagement vis-à-vis des projets de sciences citoyennes à venir. Les enseignants et les éducateurs peuvent présenter aux élèves une liste de projets de sciences citoyennes mise au point par l'établissement scolaire et l'université partenaire, et les élèves peuvent être invités à débattre et à proposer une sélection finale. Ainsi, l'identification des projets de sciences citoyennes les plus pertinents devient un processus créatif, participatif et démocratique.



Comme déjà indiqué dans les précédentes sections de cette publication, les sciences citoyennes offrent une multitude d'opportunités susceptibles de mener à des avancées scientifiques et sociales. Afin de d'exploiter le plein potentiel de cette pratique scientifique et de créer des conditions favorables en vue de poursuivre son développement et renforcer le rôle des STEM dans les solutions et le traitement des problèmes/défis de la vie réelle, il est primordial que les sciences citoyennes soient reconnues au niveau politique. Comme nous l'avons mentionné au début du présent document, outre la reconnaissance de leur valeur et de leurs avantages pour les sciences et la société, les sciences citoyennes doivent être ancrées dans les politiques éducatives et scientifiques, et donc obtenir les moyens de concrétiser les actions proposées. En outre, lorsque l'on observe quelques réussites dans ce domaine, il ne fait aucun doute que les sciences citoyennes peuvent largement et directement contribuer à tous les processus/cycles de prise de décision. Elles ne peuvent donc pas être ignorées et devraient être davantage explorées et alimentées, car il s'agit d'un extraordinaire outil d'enrichissement pour l'élaboration de politiques reposant sur les données.

Par ailleurs, il est essentiel que le grand public et le monde universitaire soient pleinement conscients des avantages que les initiatives de sciences citoyennes apportent à la société et de l'importance de la participation active des citoyens dans la recherche scientifique. Les instituts scientifiques devraient donc passer sans tarder d'une communication unilatérale à une communication bilatérale, en se concentrant sur les échanges directs avec les élèves et le grand public, impliqués à différentes étapes de la recherche. L'implication ascendante, qui permet aux citoyens participants de collecter des données et de contribuer aux différentes étapes/étapes ultérieures de la recherche, comme l'interprétation, l'analyse et la présentation des données, devrait aussi être envisagée afin de procurer les meilleurs avantages d'un point de vue éducatif. Outre les diverses initiatives de sciences citoyennes, les projets de sciences citoyennes qui sont en rapport direct avec une problématique locale/nationale/mondiale concrète doivent être soutenus pour contribuer sans réserve à l'innovation sociétale et avoir un impact positif

sur la vision que les citoyens ont des sciences et de leur rôle dans la société.

De plus, pour obtenir des résultats sur le plan éducatif, les établissements scolaires doivent introduire les sciences citoyennes en cours de sciences et dans d'autres disciplines. Ainsi, les enseignants et les éducateurs impliquent les élèves dans les pratiques de recherche et ils les incitent à embrasser une carrière scientifique. Les établissements scolaires devraient reconnaître que les activités de sciences citoyennes éveillent et entretiennent la curiosité scientifique, et contribuent fortement à encourager les pédagogies novatrices, comme l'éducation scientifique fondée sur l'investigation, l'apprentissage par projets, l'éducation ancrée dans le milieu et les compétences du XXI<sup>e</sup> siècle requises pour l'apprentissage tout au long de la vie. Enfin, il est important de considérer les enseignants comme de réels acteurs du changement et, par conséquent, d'offrir aux enseignants et aux éducateurs un soutien pratique continu et une formation pour apprendre à introduire les sciences citoyennes en cours. Cette formation peut être organisée en collaboration avec des universités et des instituts de recherche (au niveau local), ce qui peut aboutir à des relations productives et pérennes.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

Le travail présenté dans ce document a reçu le soutien du projet BRITEC, coordonné par l'Institut de Géophysique de l'Académie polonaise des Sciences, dans le cadre du programme Erasmus+ de la Commission européenne. Le contenu de ce document relève de la seule responsabilité de l'organisateur et ne représente en aucun cas l'opinion de la Commission européenne. La Commission européenne ne saurait être tenue responsable de l'utilisation des informations contenues dans le présent document.

