HAL open science

Quand les citoyens s'emparent de la mesure

Geneviève Baumont, Myriam Janin

To cite this version:

Geneviève Baumont, Myriam Janin. Quand les citoyens s'emparent de la mesure. Journées du risque 2016 : nucléaire, hommes et société, Ecole des Mines de Nantes, Nov 2016, Nantes, France. hal-01786571

HAL Id: hal-01786571

https://hal.science/hal-01786571v1

Submitted on 9 May 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Quand les citoyens s’emparent de la mesure...

Geneviève Baumont
Myriam Janin

Quand les citoyens s’emparent de la mesure…

Geneviève Baumont, expert senior, Direction de la communication, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)- **genevieve.baumont@irsn.fr**
Myriam Janin, Maître de Conférences, EA Détection, évaluation, gestion des risques CHROniques et éMErgents, Université de Nîmes – **myriam.janin@unimes.fr**
Thème 3 : Les territoires du nucléaire
Axe 1 : Territoires et frontières

Résumé.

Lors de l’accident de Fukushima, l'importance de la communication sur la contamination lors d’un tel événement a été largement mise en évidence en France et surtout au Japon. Les Japonais ont voulu se forger leur propre opinion sur l'importance des risques, et ont ainsi acheté les compteurs Geiger disponibles sur le marché et ont élaboré de nouveaux capteurs et sites pour faciliter les mesures et les partager. Ainsi, peut-on parler ici de développement d’une science citoyenne en matière de radioprotection, et d’un “empowerment” des citoyens dans ce domaine. L’IRSN, en relation avec des universités et des lycées a étudié les possibilités pour diffuser les outils permettant la mesure de la radioactivité des territoires, et sur lesquels il serait possible de s’appuyer pour faciliter la compréhension et la concertation des enjeux liés à un accident nucléaire.
Mots-clefs : radioactivité, mesures citoyennes, science citoyenne, cartographie, confiance, crise, post accident.

Introduction

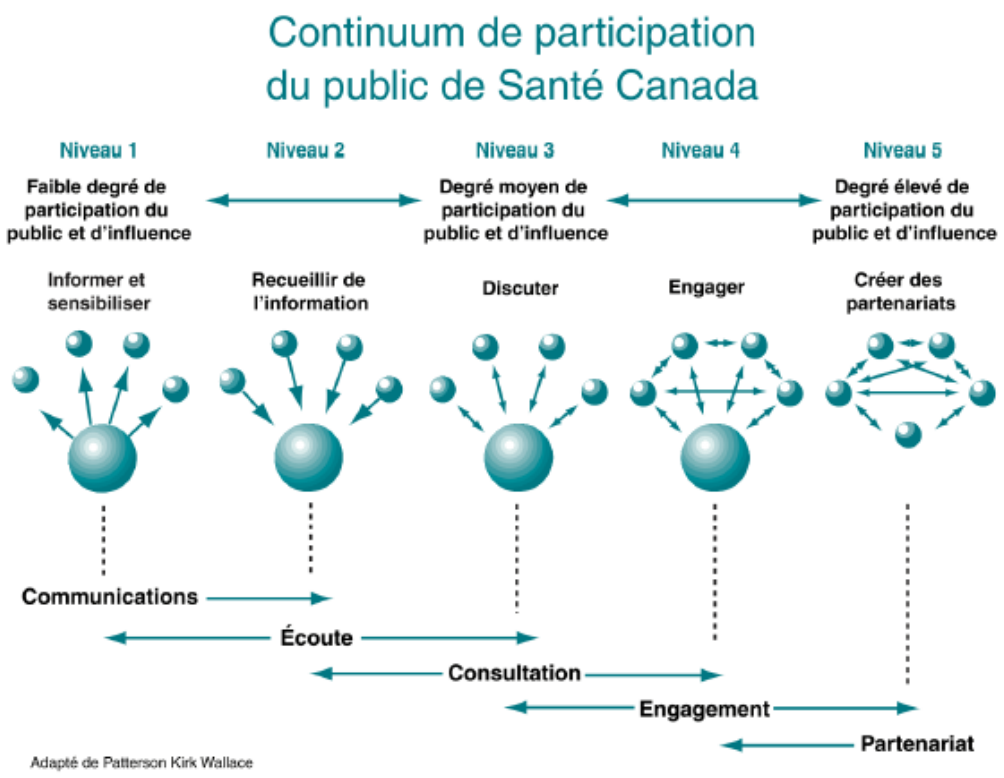
La montée en puissance de la science citoyenne dans le domaine de la radioactivité est l'un des rares points positifs qui est apparu suite à la catastrophe de Fukushima : des citoyens se sont mobilisés pour trouver des appareils de mesure de la radioactivité ambiante, en développer de nouveaux et créer des systèmes de partage de ces données.
Les enseignements tirés de la crise de Fukushima Dai-ichi NPP et de ses conséquences ont confirmé que le manque de connaissance et de compréhension en cas d'urgence est extrêmement stressant. Il entraîne des conséquences psychologiques négatives, non seulement pour les personnes directement
concernées, mais aussi sur les témoins à distance. Dans une situation post accidentelle, la population la plus touchée par les retombées nucléaires peut être obligée d'évacuer ou de vivre dans des zones contaminées avec de nombreuses inquiétudes et contraintes (16).
Pour les personnes dont le territoire a été touché, comprendre la situation radiologique et pouvoir l’intégrer dans une prospective de vie évite à un individu de se sentir uniquement comme une victime impuissante. Il devient alors un acteur qui a un certain « pouvoir » sur la situation, ou du moins une certaine prise sur la situation. Parce que les citoyens dans cette situation devront mettre en oeuvre des actions afin de limiter leurs doses individuelles, en suivant attentivement les recommandations des autorités et en interagissant avec elles, il devient aussi très important pour eux de faire confiance à ces interlocuteurs et d’avoir une vision partagée sur l’importance des risques du territoire, sans le minorer ni le majorer (1). La prise de mesure directe par les citoyens en fait alors des participants actifs et d’autant plus compétents et capables de défendre leurs propres intérêts et revendications dans le dialogue avec les services publics. La loi française en cours de consultation évoque essentiellement les aspects liés à l’information du public dans les situations radiologiques d’urgence alors que la loi européenne insiste plutôt sur la participation des citoyens. La mesure de la radioactivité par les citoyens eux-mêmes permet alos une forme « d’empowerment », comme le propose la littérature anglo-saxonne dans le domaine de la « participation du public ».
Les autres citoyens, tels les consommateurs de pays importateurs de denrées venant du pays où s’est produit l’accident peuvent également se considérer comme concernés par la contamination. De même, les touristes pourraient revoir leur projet de voyage vers un tel pays. La perception du mot « radioactif » très associée à « danger », le manque de connaissance sur les phénomènes

associés, la méfiance à l'égard des autorités dans les pays où le nucléaire s'est développé et la réceptivité à la désinformation peuvent entraîner de nombreuses personnes à considérer à tort un pays comme contaminé dans son intégralité alors qu'une toute petite fraction est concernée. Comme on l'a vu après la catastrophe de Fukushima, cela peut entraîner le boycottage des produits, en particulier des denrées alimentaires, mais aussi une réduction drastique des voyages et du tourisme. L'accident nucléaire survenu au Japon a montré que tous ces éléments peuvent avoir un impact économique significatif et conduire à une perte d'image du pays.
Les experts dans le domaine de la radioprotection et les institutions en charge de la surveillance de l'environnement ont suivi avec attention ces développements créés par les citoyens et ont souhaité proposer des projets où les données qu'ils mesuraient pouvaient se connecter aux objectifs de leur mission. Dans certains pays, comme en République Tchèque, cela a été considéré comme étant une voie possible de participation du public telle que le proposent les recommandations internationales ou européennes.
Ceci est la principale raison pour laquelle l'IRSN en France a développé une stratégie auprès d'universités et de lycées pour informer leur public, non seulement en fournissant différents outils d'information comportant les connaissances utiles pour faire face à de telles situations mais également en proposant aux citoyens de mesurer eux-mêmes la radioactivité ambiante de leur environnement et de partager leurs données sur un site nommé OPEN RADIATION développé en partenariat avec des associations Institut français des formateurs Risques Majeurs et protection de l'environnement (IFFO RME) Planète Science et l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC).
Par ailleurs, des universités comme et des lycées ont considéré que la facilité d'utilisation des capteurs en faisait un outil de formation particulièrement intéressant. En effet, l'étudiant étant pro-actif dans le montage et la mise en oeuvre de l'outil, ainsi que dans l'acquisition des données, il est particulièrement sensibilisé à la signification et à la pertinence des résultats obtenus. Cela amène donc à une réflexion et à un esprit critique sur les résultats bien supérieurs que s'ils avaient été donnés de manière brute. La connaissance du contexte et des limites d'utilisation des appareils permettent un commentaire bien plus pertinent des résultats, et contribue donc à former des « citoyens éclairés », d'autant plus aptes à comprendre les enjeux de leurs mesures.
Cette action dépasse la simple phase d'information du public mais lui permet une participation au sens où le comprend la législation européenne.
L'objectif de cet article est tout d'abord de rappeler les textes qui évoquent l'information du public en cas de crise nucléaire, et de préciser le challenge que peut présenter pour les autorités la montée en puissance des données partagées grâce aux Technologies d'information et de communication avancées. L'expérience des citoyens japonais et en particulier le déploiement international du dispositif Safecast, qui propose les outils les plus avancés seront décrits. Ce développement des sciences citoyennes dans le domaine de la mesure de la radioactivité et les liens possibles avec des propositions institutionnelles seront évoqués ainsi que la stratégie de l'IRSN dans ce domaine.

Le dispositif d'information prévue par les autorités françaises

Le Plan national de gestion de l'accident majeur rappelle que dans la zone d'urgence et au-delà : « la bonne information du public sur les évènements accidentels et leur évolution constitue un droit essentiel des citoyens ». Un projet de décret intitulé « décret relatif à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants et à la sécurité des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillances » est en cours de consultation sur le site Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat (2). La Section 4 couvre la « Gestion des situations d'urgence radiologique ». L'article Art. R. 1333-55 mentionne les mesures suivantes en cas d'accident.
« II. – Le représentant de l'Etat bénéficie de l'appui de l'Autorité de sûreté nucléaire dans les conditions prévues à l'article L. 592-32 du code de l'environnement. Il fait appel aux moyens d'évaluation mis à sa disposition par les départements ministériels compétents et les organismes placés sous leur tutelle, tant au niveau local que national. Ceux-ci lui fournissent, dans les meilleurs délais, les informations et les avis, notamment les informations concernant la répartition dans le temps et dans l'espace des substances radioactives susceptibles d'être dispersées et les expositions potentielles aux rayonnements ionisants en résultant pour les populations et les intervenants, lui permettant d'apprécier la situation et son évolution potentielle et de mettre en oeuvre les mesures appropriées de protection des populations et des intervenants. « III. - Le représentant de l'Etat informe, sans tarder, la population de la situation d'urgence radiologique, du comportement à adopter et des actions de protection sanitaire applicables. Cette information est mise à jour et diffusée régulièrement et lorsque des modifications significatives interviennent ». « Un arrêté des

ministres chargés de la radioprotection, de l'intérieur et de la sécurité civile précise les conditions d'information de la population ainsi que le contenu et la fréquence des messages ».
La Section 5 précise la stratégie de « Gestion de situations d'exposition durable résultant d'une pollution par des substances radioactives ». Art. R. 1333-61. « On entend par situation d'exposition durable aux rayonnements ionisants : « 1° Une situation créée par l'exercice d'une activité humaine ayant mis en oeuvre des substances radioactives et ayant occasionné une pollution durable de l'environnement ou de biens à l'exclusion d'une situation consécutive à une situation d'urgence radiologique ; 2° Une situation consécutive à une situation d'urgence radiologique ayant occasionné une pollution durable de l'environnement ou de biens par des substances radioactives.
Art. R. 1333-62. – I. – Le représentant de l'Etat dans le département gère ces situations en faisant appel aux moyens d'évaluation mis à sa disposition par les départements ministériels compétents et les organismes placés sous leur tutelle, tant au niveau local que national. Ceux-ci lui fournissent les avis et les informations, notamment celles concernant la caractérisation de la pollution radioactive, les expositions potentielles aux rayonnements ionisants en résultant pour les personnes concernées, les éventuelles évolutions de la situation et des propositions de gestion de la situation. Les expositions aux rayonnements ionisants sont évaluées selon les modalités définies en application de l'article R. 1333-17.
« II. – Le représentant de l'Etat met en place un dispositif permettant d'informer et d'accompagner la population concernée par ces situations.»
Cette version du projet de décret rappelle essentiellement le rôle du préfet et des institutions. Il rappelle l'obligation d'informer mais n'évoque pas la participation du public dans la phase post accidentelle alors que la législation européenne va plus loin en évoquant cette possibilité. La Directive 2014/87/Euratom du Conseil du 8 juillet 2014 modifiant la directive 2009/71/Euratom établit un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires (3). « Une leçon essentielle tirée de l'accident nucléaire de Fukushima est l'importance de renforcer la transparence sur les questions de sûreté nucléaire. La transparence est également un moyen important de promouvoir l'indépendance du processus décisionnel en matière de réglementation. Les dispositions actuelles de la directive 2009/71/Euratom concernant les informations à fournir à la population devraient être précisées. En outre, il convient que la population ait la possibilité de participer aux phases pertinentes du processus décisionnel concernant les installations nucléaires, conformément au cadre national pour la sûreté nucléaire et en tenant compte des différents systèmes nationaux. ».
L'impression que donne le projet de décret est qu'il ait fait peu de place aux structures associant les citoyens comme le déplore le rapport de l'ACRO et l'ANCCLI (4) et à ce qui a émergé suite à la catastrophe de Fukushima : les nouvelles technologies, les réseaux sociaux et l'art de coopérer par email et sans hiérarchie avec des citoyens lointains pour faire des projets ont fourni aux citoyens scientifiques des outils de participation et d'autonomisation particulièrement efficaces. « Le génie de la science citoyenne est hors de la bouteille, et ne peut pas être forcé d'y retourner…. » diront les membres d'une des associations créées à cette sinistre période. C'est un nouveau challenge pour les gestionnaires de crise nucléaire mais qui pourrait se révéler être une opportunité très intéressante d'amélioration à moyen terme.
A ce titre, ce challenge pourrait être abordé en s'inspirant de la réflexion et de l'approche faites par le ministère de la santé au Canada concernant la communication sur les risques et qui a conduit à développer un cadre plus général de « participation du public » (5). Dans le continuum proposé, les situations sont distinguées selon qu'elles requièrent une simple communication, une écoute, un dialogue avec le public, la participation aux décisions et, dans sa phase la plus élaborée, l' « empowerment » ou l'autonomisation. Dans la situation particulière de gestion de crise radiologique qui relève du niveau 5 dans le schéma ci-dessous, les mesures faites par les citoyens eux-mêmes peuvent être ici contribuer à l'élaboration de partenariat.



Les enseignements tirés de l'accident de FUKUSHIMA

L'accident nucléaire de la centrale de Fukushima Dai-ichi s'est caractérisé par l'insuffisance de la communication publique lors de cette situation d'urgence : l'exploitant, les organismes japonais compétents dans ce domaine et les organes internationaux de contrôle n'ont pu recueillir rapidement les informations nécessaires sur les risques de rayonnement sur les territoires touchés. Ils ne les ont partagées avec le grand public qu'après un temps très important. La première carte délivrée par les autorités est apparue le 24 avril 2011 soit environ 6 semaines après les premières évacuations. Ces déficiences ont été bien notées dans plusieurs rapports officiels sur la catastrophe, y compris ceux délivrés par le Parlement japonais suite à la Commission d'enquête indépendante sur l'accident de Fukushima (Nuclear Accident Independent Investigation Commission of Japanese National Assembly , NAIIC) (6) et par l'AIEA (7).

« La précision a été la priorité aux dépens de la rapidité à informer ceux qui en avait besoin pour pouvoir prendre des décisions. Monsieur Edano, porte-parole du gouvernement, a répété plusieurs fois qu'il n'y avait pas d'effets immédiats sur la santé liés aux rejets radioactifs, donnant au public un sentiment erroné de sécurité. Dans ses déclarations, cependant, la nécessité et l'urgence des évacuations n'ont jamais été expliquées en prenant en compte le point de vue des habitants, et, par la suite, le gouvernement n'a jamais transmis des preuves à l'appui de ces déclarations. Cela a été à l'origine d'une grande inquiétude parmi le public. Enfin et surtout, le gouvernement a communiqué de manière subjective, sans réagir aux besoins de la population » [NAIIC2012] (6).

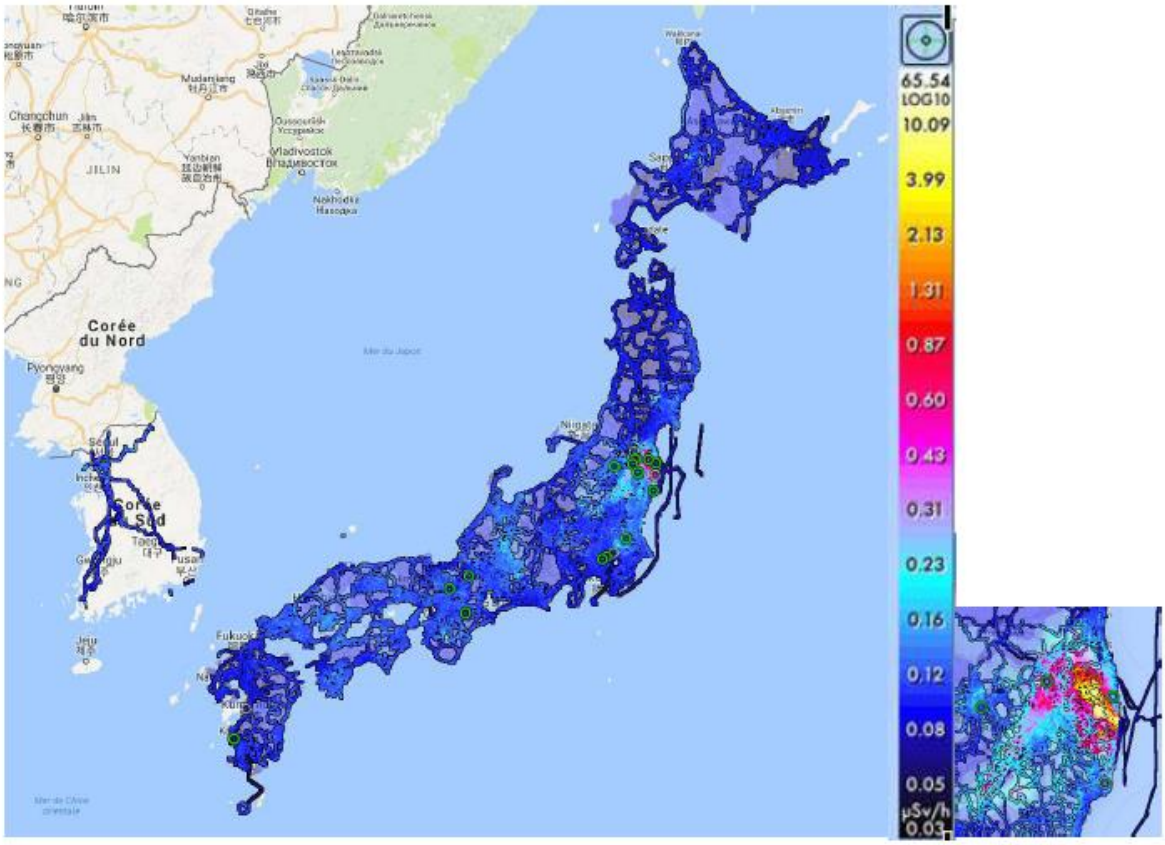
« Au Japon, la population a utilisé les plateformes de médias sociaux après le séisme pour communiquer, rapporter les dégâts, confirmer sa sécurité personnelle, rassembler de l'information et aussi exprimer ses sentiments et opinions. Celles et ceux qui étaient affectés par l'accident à la centrale nucléaire de Fukushima Daï-ichi se sont également tournés vers les médias sociaux pour recueillir de l'information à propos sur la sécurité, les abris et la radioactivité » [IIFCNA2014] (8).

L'utilisation de technologies d'information et de communication avancées, tels les réseaux sociaux, les cartes citoyennes ou les sites et blogs créés par et pour les citoyens, ont fait aussi leur émergence dans d'autres crises environnementales tel le séisme de Haïti 12/01/2010 ou lors de la crue à Prague en juin 2013. Ces nouvelles technologies ont fait également leurs preuves en France, lors de crises majeurs telles que les attentats de novembre 2015 et juillet 2016 où l'utilisation des réseaux sociaux s'est avérée efficace pour confirmer sa sécurité personnelle ou transmettre rapidement des informations. Un exemple le montre, le soir même des attentats du Bataclan, un compte twitter était créé par un citoyen (hashtag portes ouvertes) pour permettre aux personnes bloquées de trouver un hébergement…Il est évident qu'en France aussi, en cas de crise

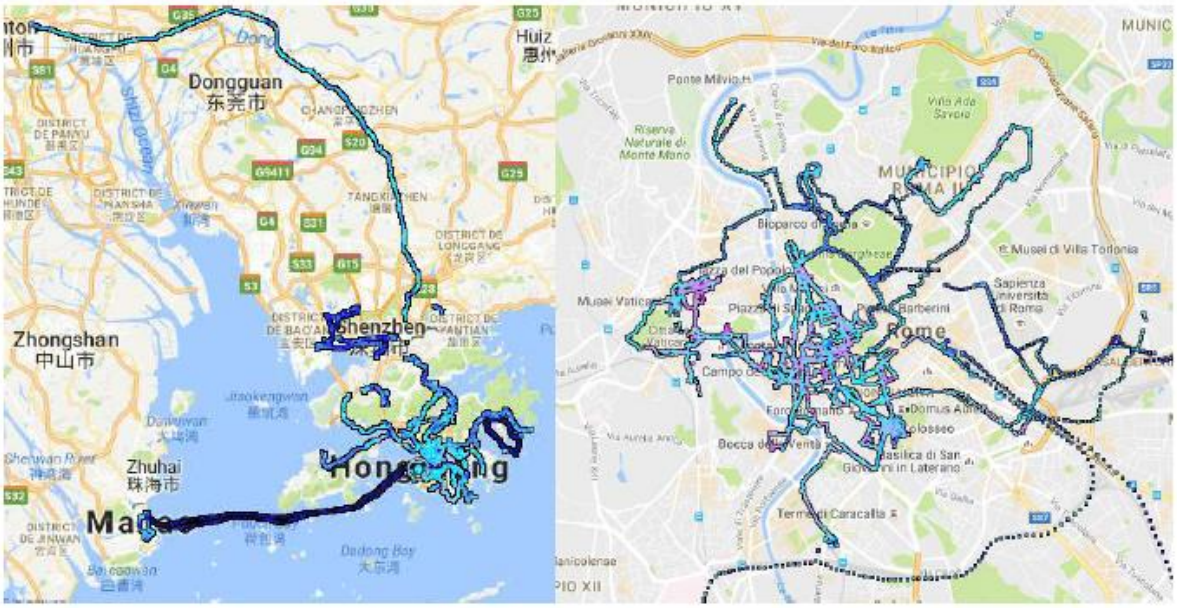
environnement et/ou nucléaire, la population se tournerait aussi vers les réseaux sociaux pour s'informer et que se lèveraient des personnes qui créeraient comme au Japon de nouveaux moyens d'information et de communication et de nouveaux réseaux pour informer.
Il est intéressant de détailler la manière dont les citoyens se sont emparés des mesures. Au cours des premières semaines de la catastrophe en particulier, les citoyens ont eu très peu d'informations exploitables sur les niveaux réels des rayonnements, et celles présentées tant par les porte-parole officiels et dans les médias étaient souvent incomplètes et/ou contradictoires. Rapidement, la confiance envers les pouvoirs publics a été perdue. Dans un premier temps, certaines associations ou groupes de citoyens ont cherché à mesurer la contamination de l'environnement en achetant des dosimètres sur internet mais il est rapidement apparu que le stock disponible a vite été épuisé.
D'autres associations telles que Radiation Watch, Safecast (9, 10) ont cherché les données accessibles pour les mettre à disposition sous la forme de cartes en ligne. En fait, peu de données étaient disponibles, voire, dans certains cas, il existait des restrictions quant à leur utilisation. Par ailleurs, les mesures disponibles étaient essentiellement situées dans la région de Tokyo et celle de Fukushima mais très peu ailleurs alors que les habitants d'autres régions souhaitaient aussi connaître le niveau de radioactivité ambiant afin de se rassurer. De nombreuses personnes, à l'étranger, ont pu annuler des voyages au Japon, se représentant ce pays comme « tout contaminé ». Aussi ces groupes, Radiation Watch (11), Safecast, ont-ils commencé à développer leurs propres leurs propres capteurs et applications cartographiques répondant à leurs propres besoins afin de pouvoir appuyer leurs analyses et jugement sur leurs propres données, s'affranchissant des lacunes d'information et des rumeurs.
Par exemple, le capteur Safecast, première version, a été développé par 70 personnes, au Japon et à l'étranger, reliées par email, et le 23 avril 2011, ce capteur pouvait commencer à mesurer la radioactivité dans les villes touchées mais non évacuées (10).
Le capteur se présente sous la forme d'une boîte étanche et très résistante (14,5 cm X 9,5cm X 5cm, poids 400g environ) qui contient des cartes électroniques où sont soudés un écran, un Arduino, une carte GPS, une carte log SD et d'un compteur Geiger plat de bonne sensibilité alimenté par une batterie. Toutes les 5 secondes, l'appareil allumé enregistre sur la carte le nombre de coups comptés dans la minute précédente. Il est recommandé de positionner l'appareil à 1 mètre du sol, comme il est couramment répandu de le faire pour caractériser la contamination d'un sol. Son design a été développé de manière à permettre un enregistrement continu lors de trajets à pieds, à vélo, en moto, en voiture ; la précision de la mesure étant liée à la vitesse de déplacement et à la qualité de la mesure GPS dans les lieux mesurés. Une fois ces mesures enregistrées, l'utilisateur peut les charger en quelques minutes sur le site de Safecast, les données du GPS permettent de géo référencer la mesure de la radioactivité sur une carte internationale http://safecast.org/tilemap/.
Elles viennent alors grossir le nombre de données partagées qui se chiffraient en janvier 2016 à 40 millions de données, fournies par les possesseurs des 1 000 capteurs vendus par l'association et améliorés régulièrement depuis leur première version. Le développement du site lui-même et de la cartographie associée par les citoyens mérite d'être reconnu (12).
Une histoire emblématique du développement de ces capteurs et de l'intérêt immédiat au Japon pour leurs mesures est peut-être celle de son utilisation dans la ville de Koriyama, non évacuée mais contaminée par des tâches plus ou moins importantes selon la hauteur de neige tombée ou des congères formées selon le vent et la disposition des immeubles. Les postiers en accord avec leur direction, qui voulaient connaître leur exposition externe lors de leur tournée. En installant ce capteur sur leur moto, leur voiture, ils ont pu établir une cartographie de la contamination, bloc par bloc dans la ville, et mieux connaître les doses qu'ils risquaient de prendre du fait de leur travail. Il est intéressant de noter qu'ils ont ainsi pu réaliser un état des lieux bien plus fin, et dans un délai bien plus court, que n'aurait pu le faire n'importe quel groupe de recherche et/ou institutionnel.
On peut souligner l'intérêt de la carte fournie ainsi aux citoyens japonais ou étrangers qui peuvent constater que seule une partie du territoire japonais a été touchée, contrairement à leur représentation de la situation. La pertinence et la crédibilité de cette carte citoyenne étant moins sujette à la méfiance car non-liée à la voie de communication officielle. De plus, les observateurs peuvent comparer les mesures et voir qu'il existe dans le monde des villes et des pays où la radioactivité naturelle est aussi importante que dans les villes de Koryyama ou Fukushima (par exemple, Rome ou Honk Kong voir les niveaux sur les images ci-dessous)(9).
Néanmoins, il est à noter que cela peut aussi produire de violentes réactions, comme celles d'une journaliste de Honk Kong qui découvrait que sa ville se caractérisait par une radioactivité naturelle non négligeable. Les immeubles y sont construits avec des matériaux et des roches venant de massifs granitiques. Elle voulait donc trouver des experts validant ces mesures.

Il faut néanmoins rappeler lorsque l'on montre une telle carte à un citoyen que ce sont des éléments radioactifs artificiels tels le césium 137 ou le Strontium 90, produits de la fission des atomes d'uranium, qui ont contaminé le Japon, alors qu'ailleurs la radioactivité naturelle est liée à la concentration d'uranium ou de thorium et de leurs descendants. Les capacités d'assimilation par les plantes et par l'organisme humain sont très différentes pour ces différents éléments radioactifs Cela souligne que l'interprétation de la donnée requiert néanmoins un certain niveau d'expertise et donc une information préalable du public.

.



Carte du Japon, intensément mesuré et gros plan sur la zone affectée. Echelle de couleur adoptée par Safecast.



, Carte de Honk Kong (les trajets en bateaux sont noirs, l'appareil ne reçoit que les rayons cosmiques).

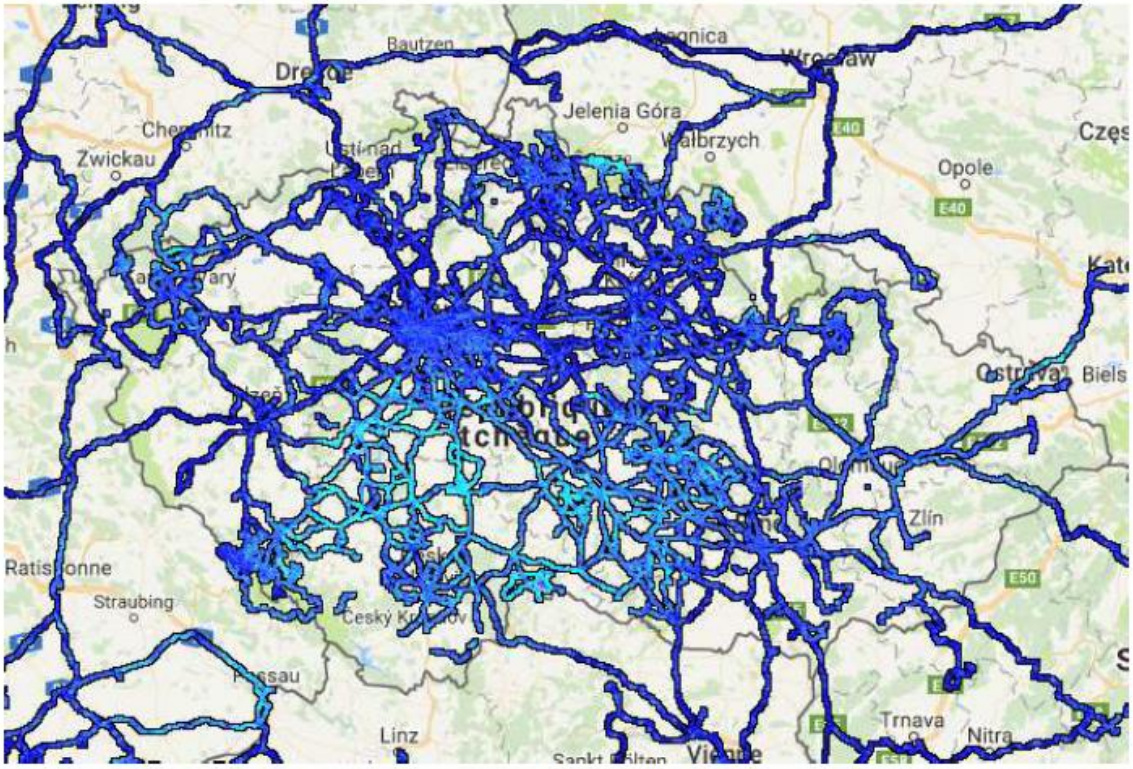
Dans tous les cas, il est vrai que la première question que se pose le visiteur du site est : « Est ce que je peux leur faire confiance ? Qui sont ces personnes ? Pro, anti-nucléaire ? » . Car les effets de la radioactivité sur l'environnement et la santé sont des questions très controversées. On remarquera que le site Safecast se contente de reporter les mesures fournies par les citoyens après vérification et qu'il ne fournit ni interprétation, ni opinion, ni même pédagogie. Pour comprendre ce parti pris, on ne peut alors que se référer aux déclarations des concepteurs du site « Dès le départ, Safecast n'a pas pris parti ni avec les camps pro-anti-nucléaires, par contre, des efforts ont été déployés pour démontrer les avantages pour la science et le public d'avoir une organisation indépendante qui se consacre uniquement à fournir les données les plus exactes et crédibles possibles. Safecast est «pro-data». L'indépendance, la transparence et l'ouverture sont essentielles pour nous et la clé de notre crédibilité. Safecast a été rapidement reconnu au Japon et à l'étranger comme une source fiable et impartiale d'informations environnementales que les citoyens peuvent utiliser pour prendre des décisions. Avec une portée mondiale toujours croissante, Safecast tente de donner l'exemple à tous les citoyens-chercheurs »(9).
Il faut aussi noter les efforts réalisés par ce groupe pour proposer des outils très ergonomiques, discutés et améliorés continuellement par ses membres. ils proviennent d'un très large éventail de la société dans le monde entier, y compris des experts et des travailleurs professionnels, des étudiants, des retraités et amateurs, des enseignants et des universitaires, des cinéastes, des écrivains, des concepteurs, des organisateurs communautaires, des ménagères, des athlètes – des personnes de tous âges. Ils nous ont mentionné en particulier les discussions qui ont été nécessaires pour finaliser les couleurs de l'échelle qui colorisent les points de mesure, choix très politique, disent-ils. Ils permettent à chacun de rapidement prendre conscience du niveau d'exposition du territoire.
Aussi, les experts et les citoyens intéressés par les « sciences citoyennes » ont été impressionnés par ces citoyens japonais qui, après l'accident, ont développé très vite des appareils de mesure et des outils pour partager leurs mesures de la radioactivité dans l'environnement.

La mesure de la radioactivité et les sciences citoyennes

Dans les années qui ont suivi l'accident, les experts du domaine ont vu se développer toutes sortes de capteurs sophistiqués de faible coût. Le capteur autonome Safecast a été présenté, proposé en kit, il coûte environ 420 euros. Comme une étude interne à l'IRSN (13) a pu le montrer, les applications destinées à être utilisées par le grand public appartiennent généralement à différentes catégories qui semblent répondre aux besoins des différents types d'utilisateurs, En premier, les applications autonomes pour smartphones qui sont généralement très peu coûteuses (5 à 6 € maximum). Le principe de la mesure est basée sur la sensibilité des capteurs de la caméra du téléphone aux rayons gamma. On empêche les rayons lumineux d'être aussi comptés en obscurcissant par un cache noir la caméra, alors, avec l'application, on ne mesure que les

rayonnements gamma. Ce type de mesure peut donc être utilisé par un public très large, il suffit d'avoir un portable. Parmi ces applications citons IRAD, Camera Geiger et Radioactivity counter (www.hotray-info.de/html/radioactivity.html). Le problème de ce type de mesure est que les temps de mesure pour de faibles doses peuvent être assez longs. Par exemple, l'application la plus fréquemment téléchargée, Radioactivity counter exige de 4 à 10 minutes pour générer une mesure dans la gamme de 10 microsievert/h à 15 Sievert/h . En second, d'autres applications requièrent l'installation d'un capteur séparé connecté au téléphone. Les applications, là, sont souvent gratuites, mais nécessitent l'achat du capteur, elles peuvent trouver un public certes plus limité mais aussi plus informé et motivé.
Plusieurs applications de smartphone sur Android et iOS sont conçues pour être utilisées avec des capteurs externes et comprennent par exemple le testeur de radioactivité. On peut citer les capteurs Iterium, Pocket Geiger, AOPA, Polismart, Smart Geiger, RadAngel, GS Ecotest. Le temps de la mesure peut être compris entre 1 et 30 minutes. La sensibilité des capteurs varie également beaucoup, avec des seuils bas établis allant de 0,03 à 5 microSievert/h, avec un compromis prévu entre la sensibilité et le temps de mesure raisonnable. Les prix des détecteurs externes vont de 40 à 320 €.
Par ailleurs, l'informatique et les développements en « open source » en particulier, ont permis la collecte des mesures et leur cartographie grâce à de nouvelles interfaces. Cela a aussi permis la participation des citoyens à la création de modalités variées pour représenter leurs données (évolution des cartes au fil du temps, selon le mode de collecte etc.).
Certains ont pu nier que ces projets s'apparentaient à de la science citoyenne puisqu'il s'agissait uniquement de relevés de mesures, ou d'observations. En effet, il est souvent supposé que la science citoyenne doit être considérée comme "complémentaire ou même subordonnée" à la science officielle et formelle. Néanmoins, les développements élaborés par Safecast et les associations qui ont élaboré des projets similaires tels « Radiation Watch » peuvent être considérés comme ayant démontré les principes et les capacités de la science "citoyenne" uniquement portée par des citoyens. De plus, les porteurs de ces projets ont intensifié le débat sur le contrôle de la qualité, la formation et la fiabilité des données qu'ils produisent (6). Ils ont également mené une réflexion sur les modalités d'organisation de pairs qui permettent une telle efficacité. Aussi, leur apport a largement dépassé la simple mesure. L'indépendance des organisations de surveillance de l'environnement basées sur les citoyens est une source importante de crédibilité aux yeux du public et, pour cette raison, ces organisations ont très attentives à garder soigneusement l'indépendance que leur procure leur propre système. Néanmoins, des groupes comme Safecast qui promeuvent les principes d'ouverture et de transparence sont également intéressés par l'examen minutieux et l'évaluation de leurs systèmes par des experts extérieurs et des organismes officiels de surveillance radiologique (14).
Des institutions, telles l'IRSN en France ou le « National Radiation Protection Institute en République tchèque (SURO) sont chargées par leur loi des mesures dans l'environnement et de la surveillance de la radioactivité pour assurer la sécurité publique. Elles ont pu voir aussi la possibilité de connecter à leurs projets ceux développés par des citoyens qui avaient fait leur preuve (15). Ainsi, ces collaborations se rapprochent-t-ils plus de sciences citoyennes interconnectés à la science formelle comme les dénomment Franzoni et Sauerman (18). En effet, les réseaux de surveillance des citoyens peuvent fournir une contribution utile aux bases de données sur le bruit de fond de la radioactivité naturelle ambiante auquel la population est exposée et apporter une contribution précieuse à la surveillance radiologique dans les situations d'urgence. Leurs mesures seraient très importantes en temps de crise.
S'il semble évident que, dans une telle période, de très nombreuses personnes pourraient faire des mesures, en situation normale, il est beaucoup plus difficile de trouver un public intéressé. Aussi, est-il frappant de constater que c'est le potentiel éducatif de la participation à la surveillance radiologique des citoyens qui a été reconnu comme étant un levier intéressant par les deux instituts en Europe et dans d'autres parties du monde. Du point de vue des professionnels experts, les limites techniques et les fonctionnalité de sondes peu coûteuses telles que le BGeigie nécessitent d'être soigneusement caractérisées et prises en considération lors de l'interprétation de leurs données. Les experts ne manquent pas de relever les possibles problèmes d'étalonnage, de linéarité, de dépendance énergétique, de direction de la mesure, d'incertitude dans la position et l'orientation du détecteur, d'interférences potentielles des véhicules ou du corps humain. Mais néanmoins, l'expérience de l'IRSN et de SURO a montré qu'une évaluation préalable de la qualité des outils et un soutien technique approprié dans un contexte éducatif peuvent favoriser l'intérêt des citoyens pour la mesure de rayonnement. Cela permet aussi de leur fournir les connaissances de base pour une bonne compréhension des risques. Lors de situations d'urgence, les relations entre les citoyens et

les experts devraient en être facilitées.
Par exemple, en République tchèque, un programme a été mis en place qui vise à améliorer la sécurité publique en introduisant, conformément aux recommandations européennes et internationales actuelles, des systèmes de surveillance de la radioactivité à plusieurs niveaux : non seulement au niveau des institutions, mais aussi au niveau des écoles, et au niveau des citoyens (15). Intitulé «Réseau de surveillance des radiations pour les institutions et les écoles pour assurer une prise de conscience et de renforcer la sécurité des citoyens » (RAMESIS), ce projet est financé par le ministère tchèque de l'Intérieur dans le cadre de la recherche sur la sécurité.
Grâce à ce projet, l'instrumentation et les systèmes informatiques permettant la réception, le stockage, l'administration et la publication des résultats de la surveillance des radiations vont être évalués avant d'être mis en place. Le système va d'abord être mis en oeuvre dans des établissements et des écoles sélectionnées, il comprend aussi la fourniture de matériel de formation et d'information pour améliorer la compréhension générale des questions liées aux rayonnements et à la radioactivité.
Le projet va se dérouler de 2015 à 2019, sous la direction de SURO, en collaboration avec l'Institut de physique technique et expérimentale de l'Université technique tchèque de Prague (experts dans le domaine des détecteurs) et la NUVIA Corporation (experts dans le domaine des applications de bases de données centrales et de systèmes de représentation).
La proposition du système de surveillance des radiations comprend des stations fixes et de la surveillance mobile. Les stations fixes seront installées dans des écoles et d'autres institutions, les mesures seront transférées pour être centralisées en un seul lieu;
Les moyens mobiles choisis sont des Safecast pour faire des mesures locales et pour mesurer l'environnement.
Les deux composantes du projet vont s'appuyer sur une équipe de SURO, au lieu de travail central, assurant le stockage, la présentation et la présentation des données, l'équipe a aussi comme mission d'apporter un soutien aux connaissances et de distribuer le matériel d'information destiné aux utilisateurs, aux écoles et au public. Une approche basée sur l'expérience directe, utilisant des dispositifs appropriés, et sur la compréhension des résultats de mesure obtenus de cette manière est considérée comme efficace et prometteuse.
Il faut noter que pour choisir des moyens de mesures appropriés de surveillance mobile pour les citoyens SURO a prospecté afin de faire l'état des lieux actuel des moyens permettant un réseau citoyen et a ensuite mené des tests pratiques sur les détecteurs sélectionnés.
Sur la base de ces tests, le Safecast BGeigie Nano a été choisi pour la surveillance mobile. SURO a acheté environ 30 unités et les a déployées dans des écoles et des établissements sélectionnés pilotes. SURO a également préparé des manuels et guides d'utilisation appropriés pour effectuer la surveillance mobile et pour envoyer les données au lieu de travail central. Enfin, SURO a également développé des modules logiciels adaptés aux utilisateurs et en « Open source » pour leur permettre d'afficher leurs résultats de mesure BGeigie Nano directement sur des cartes en ligne et hors ligne.
SURO collecte les résultats des mesures de terrain auprès de tous les utilisateurs participant à ce projet et supervise leur soumission à la base de données safecast.org pour la visualisation.
Cet exemple montre qu'il est possible d'envisager une participation des citoyens dans la mesure et le suivi environnemental et de la mettre en oeuvre de manière coordonnée avec les experts institutionnels.



Carte issue de « Safecast tile map » montrant l'avancement du projet SURO de mesures citoyennes en République tchèque.

Stratégie de l'IRSN

La stratégie de l'Irsn dans ce domaine a été un peu différente de celle de SURO qui est uniquement chargé de la radioprotection en République Tchèque. L'IRSN a des missions d'expertise et de recherche liées à la radioprotection et à la sûreté nucléaire. Il a aussi une mission d'information du public. En cas d'accident, la perception par le public de cet institut pourrait être ambiguë. D'un côté, il est chargé de mesurer la radioactivité dans l'environnement, mais de l'autre, il peut être associé au fait qu'un accident se soit produit. Aussi, l'Irsn a privilégié un développement avec d'autres partenaires et souhaite que le nombre de partenaires se multiplient.
Considérant que les initiatives comme Safecast sont importantes pour obtenir une grande quantité de données recueillies par les citoyens en cas de crise nucléaire, l'IRSN est en train de développer avec des partenaires une application dosimétrique dans l'esprit de Safecast et un site Internet Openradiation, préparant ainsi une participation des citoyens dans le domaine de la mesure de la radioactivité.
Comme le précise Jean François Bottollier-Depois dans un article de Repères, grâce à ce site développé en Open source, chacun pourra enregistrer ses données, faites avec les appareils que le citoyen choisira sur le marché, échanger sur les mesures faites ou sur les points de mesure intrigants, décrire son projet si c'est un groupe qui l'élabore et aussi accéder à des connaissances de base pour comprendre ce qu'il mesure et comment mesurer . Chacun, sur la base du volontariat pourra faire des commentaires sur une mesure en particulier, sur un point chaud par exemple. Cet outil permettra à ses utilisateurs, membres du public, de s'approprier de manière pragmatique la problématique de l'exposition à la radioactivité. La confiance des citoyens repose sur la transparence, c'est la raison pour laquelle toutes les données brutes reçues seront publiées. En cas de crise nucléaire, les données collectées pourraient être utilisées en situation d'urgence radiologique.
L'IRSN est certes un institut public, mais deux de ses partenaires, l'IFFO RME et Planète Sciences sont des associations impliquées dans le milieu éducatif. Dans la situation actuelle, sans enjeux radiologiques particuliers, (dans le schéma du ministère de la santé du Canada la situation peut être qualifiée de niveau 1), plusieurs difficultés apparaissent pour rencontrer le public potentiel. De plus, le public peut alors être sceptique quant à la motivation des organes officiels à communiquer

des informations sur les risques. De ce fait, la stratégie a consisté à s'appuyer sur l'expérience acquise dans le domaine de la pédagogie dans les collèges, les lycées et les universités et sur la confiance qui s'est peu à peu forgée avec ces interlocuteurs pour évoquer les outils de mesure et les possibilités de contribuer à une collecte de mesure.
En effet, depuis 2010, l'IRSN accompagne avec des animations une exposition « Gafforisk » développée avec l'IFFO RME pour les collèges, depuis 2013, l'exposition IRSN/ASN sur la radioactivité et les risques nucléaires. Celle-ci se déploie dans les lycées, auprès du grand public dans les fêtes de la science, lors des réunions publiques des Commissions Locales d'information (CLI)
(chacun peut choisir parmi 83 posters, ceux qui formeront l'exposition de son choix). Depuis 2014, cela a été aussi l'occasion de proposer aux élèves de faire des mesures de la radioactivité ambiante et de partager ces mesures. La région de l'Auvergne a été particulièrement réceptive, puisque le rectorat de Clermont-Ferrand a proposé aux enseignants deux jours de formation dans ce domaine, dont un jour pour s'approprier des appareils de mesures (des kits Safecast étaient proposés) et du sens des mesures réalisées. Ce sont souvent des élèves qui choisissent le sujet pour leur Travail personnel encadré (TPE). Un TPE a été remarquable sur la mesure de la radioactivité en Auvergne (16) au point que cet article a emprunté leur titre magnifique.
A un niveau supérieur, en collaboration avec l'IRSN, l'Université de Nîmes propose désormais à ses étudiants de Master se destinant à la gestion des risques environnementaux des projets mettant en oeuvre les outils de communication et de mesure proposés. Ainsi, depuis 2015, est organisé au sein de l'université un forum annuel où la question des risques nucléaires est abordée et discutée. De plus, des kits Safecast sont confiés aux étudiants, qui deviennent ainsi pro-actifs dans l'acquisition des données. La connaissance du contexte et des limites d'utilisation des appareils les amènant à une réflexion et à un esprit critique sur leurs résultats bien supérieurs que s'ils avaient été donnés de manière brute. L'ensemble de ces actions contribuent à former des « citoyens éclairés », et donc d'autant plus aptes à comprendre leur environnement et à en devenir des acteurs.
Cependant, il faut reconnaître les difficultés qui pourraient être rencontrées dans le développement du site, puisque basé sur le volontariat conjugué des lycées, des professeurs et des élèves. Elles ont déjà été aperçues avec le travail dans les lycées ou collèges. Les interlocuteurs sont intéressés par les mesures, les font pour elles-mêmes, sont rassurées mais ne les partagent pas forcément. L'accompagnement des enseignants envers les élèves doit être très appuyé (donc consommateur de temps) pour que les mesures soient rendues ou partagées et pour que l'intérêt pédagogique à moyens et long termes puisse être perceptible. L'expérience tchèque est plus facile puisque issue d'un projet dicté à tous par le ministère de l'intérieur.
Une autre difficulté que nous pouvons rencontrer dans le cas français est liée à la faible variabilité des mesures dans les régions où le sol n'est pas radioactif. Il est en effet un peu lassant de voir, même si cela est très rassurant, que les mesures n'évoluent pas beaucoup ou alors dans une fourchette assez faible.
L'attrait de voir ses mesures sur une carte en France, un lieu pour montrer son projet, avec des discussions sur les points particulier sur le site Openradiation pourrait limiter les difficultés énoncées ci-dessus et accroître l'attirance pour de tels dispositifs.

Conclusion

Les développements des capteurs et des outils de partage de mesures de la radioactivité depuis l'accident de Fukushima ouvre de nouvelles perspectives de collaboration pour la surveillance de la radioactivité sur les territoires entre les citoyens et les institutions expertes dans le domaine de la radioprotection. D'un point de vue institutionnel, l'intérêt réside surtout dans les données qui pourraient être collectées en cas d'accident nucléaire telles que la caractérisation de la radioactivité artificielle répandue du fait des rejets dans les territoires touchés. C'est très important aussi de lever très vite les soupçons sur les territoires sains ; au Japon, il aurait été possible de très vite lever les soupçons sur toutes les régions non touchées par le panache radioactif.
Néanmoins, d'un point de vu sociétal, l'intérêt réside aussi dans la capacité à rendre plus concrète une culture radiologique pratique « au quotidien ».
La pédagogie apportée par les outils d'informations « classiques » (cours, conférence, exposition) ne se révèle pas toujours des plus adaptée à un public varié, et ne prête pas à la réceptivité et à la confiance dans le discours officiel (elle est parfois très limitée). En la complétant par des actions concrètes (do it yourself !) le citoyen devient acteur de l'information qu'il reçoit, qui elle-même devient ainsi mieux perçue et appréhendée. Cela est vrai en situation dite normale, mais également dans le cas d'une situation post-accidentelle ou bien dans un objectif de surveillance et de suivi de

la qualité d'un environnement. La démarche adoptée par SURO en République Tchèque montre ainsi l'importance de ces développements pour engager les citoyens et établissements scolaires à une surveillance conjointe du pays.
En France, ce type d'actions rencontre une bonne adhésion, avec des lycées et universités qui ont commencé à s'équiper d'appareils, prônant ainsi l'éducation comme vecteur de communication. Le développement de réseau du type Openradiation ouvre ainsi de nouvelles perspectives plus en lien avec la société actuelle et son évolution.

Références bibliographies

(1) Shirabe, M., Fassert, C. et Hasegawa, R. (2015). 'Risk Communication' to Participatory Radiation Risk Assessment'. Workshop 'Understanding and Communicating Risks Post-Fukushima', 12–13 Novembre 2015. http://i.unu.edu/media/ias.unu.eduen/news/12850/FGC-WO-21
(2) http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/projet-de-decret-relatifa-la-protection-sanitaire-a1504.html
(3) http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32014L0087/.
(4) ACRO ANCCLI Plans d'urgence nucléaire en France Forces et Faiblesses http://fukushima.eu.org/wp-content/uploads/2016/03/anccli_rapport_VFinale_web.pdf
(5) http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/alt_formats/pacrb-dgapcr/pdf/publicconsult/2000decision-fra.pdf. The Health Canada Policy Toolkit for Public Involvement in Decision Making.
(6) The National Diet of Japan 2012 The Official Report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission (Executive summary) http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naiic.go.jp/wpcontent/uploads/2012/09/NAIIC_report_lo_res10.pdf.
(7) www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10962/The-Fukushima-Daiichi-Accident
(8) IICFNA2014 The Independent Investigation Commission on the Fukushima Nuclear Accident, The Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Disaster, Investigating the Myth and Reality, Edited by Mindy Kay Bricker, Routledge (2014) http://rebuildjpn.org/en/project/fukushima/
(9) http://safecast.org/tilemap/ http://blog.safecast.org
(10)Safecast: successful citizen-science for radiation measurement and communication after Fukushima Azby Brown *et al* 2016 *J. Radiol. Prot.* **36** S82 http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/36/2/S82/pdf
(11) http://www.radiation-watch.org/2011/05/our-mission.html
(12)Plantin, Jean-Christophe, 'The Map is the Debate': Radiation Webmapping and Public Involvement During the Fukushima Issue (September 12, 2011). Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=1926276
(13)Rapport de stage de Sébastien Thomas " Les applications pour Smartphone et les sites de mesures citoyennes ». marster deux
(14)http://www.irsn.fr/FR/IRSN/Publications/Magazine-Reperes/archives/Pages/Magazine_Reperes_28.aspx#.WB-sMBSZIQE
(15)Brown, Azby; Baumont Genevieve; Kuča, Petr; Helebrant, Jan - Citizen-based radiation measurement in Europe: Supporting informed decisions regarding radiation exposure for emergencies as well as in daily life. RICOMET2016 Conference poster. http://ricomet2016.sckcen.be/~/media/Files/Ricomet2016/Day1/PP110%20Brown.pdf?la=en
(16)Aurélien Sauvage, Gael Alkan, Guillaume Vaupres http://radioactivite-auvergne.blogspot.jp
(17)Fassert Christine, les enjeux du zonage et du seuil, les journées du risque Nantes novembre 2016
(18)Chiara Franzonia, Henry Sauermann,Crowd science: The organization of scientific research in open collaborative projects http://ac.els-cdn.com/S0048733313001212/1-s2.0-S0048733313001212-main.pdf?_tid=c710ad80-a5c1-11e6-81c0-00000aab0f02&acdnat=1478616416_9313c79d6303e857e16dd38152e2fc63
View publication stats