Les musées de sciences et la formation du citoyen expert : science participative et *gamification de la technè*

When Museums of Science Create Citizen Expertise: Participatory science and the *gamification of techne*

Jean-François Gauvin

Directeur administratif et chargé de cours principal, Collection des instruments scientifiques historiques, Université Harvard, États-Unis

Director of Administration/Lecturer, Collection of Historical Scientific Instruments, Harvard University, USA

Reçu : 19 août 2014 Accepté : 15 janvier 2015 Mis en ligne : 8 avril 2015

Received: August 19, 2014 Accepted: January 15, 2015 Online: April 8, 2015

Pour citer cet article (version originale)

Gauvin, Jean-François. 2015. Les musées de sciences et la formation du citoyen expert : science participative et gamification de la technè. *THEMA. La revue des Musées de la civilisation* 2: 38-48.

To cite this article (English translation)

Gauvin, Jean-François. 2015. When Museums of Science Create Citizen Expertise: Participatory science and the *gamification of techne*. *THEMA. La revue des Musées de la civilisation* 2: 49-59.

Tous droits réservés / All rights reserved
© THEMA. La revue des Musées de la civilisation, 2015
ISSN : 2292-6534

MUSÉES DE LA CIVILISATION Québec

thema.mcq.org

ARTICLE

LES MUSÉES DE SCIENCES ET LA FORMATION DU CITOYEN EXPERT : SCIENCE PARTICIPATIVE ET *GAMIFICATION DE LA TECHNÈ*

JEAN-FRANÇOIS GAUVIN*

Résumé

Qu'ont en commun les jeux vidéo et la recherche scientifique fondamentale ? Cette question, qui peut sembler bizarre de prime abord, est pourtant au centre d'une extension épistémologique fascinante depuis quelques années. Grâce à Internet, la science participative permet à toute personne qui le souhaite de contribuer au développement des savoirs, atténuant ainsi la délimitation rigide entre le citoyen et le scientifique. L'interface technologique de choix, qui permet une pratique scientifique souple et adaptée au plus grand nombre, est celle du jeu vidéo, choix par ailleurs parfaitement en phase avec l'évolution des habitudes consuméristes. De là le concept de gamification de la technè. Dans le cadre d'un musée de sciences et de techniques, où la présence du jeu fait déjà partie intégrante du volet pédagogique et didactique, l'addition d'une telle interface ludique, aux retombées scientifiques réelles, offre l'occasion de transformer le visiteur en un citoyen expert, au fait non seulement de la recherche scientifique des plus actuelles, mais des questionnements éthiques, sociaux et environnementaux que celle-ci apporte obligatoirement.

Mots-clés : jeux vidéo; gamification; science participative; musées de sciences; épistémologie

La science participative ou citoyenne (*citizen science*) suscite actuellement un grand engouement en Europe et en Amérique. Les projets qui s'y rattachent sont nombreux et touchent à la plupart des disciplines scientifiques universitaires. Ils ont tous en commun la collaboration — étroite ou non — entre des scientifiques de profession et des membres de la société civile. Il est intéressant de noter qu'il ne s'agit pas tant d'un phénomène nouveau que d'un retour au passé. Les bases historiques de la science participative sont en effet bien souvent méconnues. L'étude du climat au XVIII^e^ siècle, par exemple, était entièrement dépendante d'un vaste réseau d'observateurs experts, d'aventuriers, de médecins, de marins et de voyageurs, tous armés de thermomètres et de baromètres « standards », autant que possible. Il en allait de même pour les sciences de la nature (pensons aux nombreux échanges, tant épistolaires que de spécimens, effectués par Linné au XVIII^e^ siècle et par Darwin au XIX^e^ siècle). Les sociétés savantes, les salons et même les cafés des XVII^e^, XVIII^e^ et XIX^e^ siècles étaient des foyers intellectuels incontournables où se côtoyaient savants et amateurs de tout acabit. La production du savoir scientifique était rarement l'apanage de philosophes de la nature tapis dans leur cabinet d'étude.

* Directeur administratif et chargé de cours principal, Collection des instruments scientifiques historiques, Université Harvard. 1, Oxford Street, Science Center 371, Cambridge, MA. 02138, États-Unis. gauvin@fas.harvard.edu

Reçu : 19 août 2014 Accepté : 15 janvier 2015 Mis en ligne : 8 avril 2015

À l'instar de cette science des siècles passés, la science citoyenne actuelle mène à la production de connaissances scientifiques originales — toujours validées, bien entendu, par la communauté scientifique et non par la société civile. Ces recherches scientifiques dites participatives, souvent rendues nécessaires par l'abondante quantité de données brutes (*big data sets*), se réalisent à l'aide d'outils informatiques spécialement conçus pour le grand public et pour Internet. Certains de ces outils sont formels, d'autres moins. Parmi les outils de science citoyenne les plus populaires, on retrouve des jeux, souvent de véritables jeux vidéo. Si l'objectif de la science participative est à la fois de créer de nouvelles connaissances scientifiques et d'encourager la formation d'une nouvelle classe de « citoyens experts », il est captivant de constater que cet objectif des plus louables passe de plus en plus par une toute nouvelle sorte de *technè* : celle du jeu vidéo. On assiste à une *gamification de la technè* scientifique — pour grand public.[1] La *technè*, au contraire de son pendant grec l'*épistémè* fondée sur la logique et la démonstration géométrique, met l'accent sur la fabrication matérielle des choses, sur la pratique d'une activité physique et corporelle. Cette dernière, dans le cas qui nous concerne, est l'habitude gestuelle et sociale qui tend à se généraliser autour du jeu vidéo. On assiste à la récupération du jeu comme outil de recherche scientifique, ce que l'on appelle la gamification de la technè scientifique pour grand public.

L'article que je propose aborde, en trois temps, cette question de la science citoyenne et de la production du savoir scientifique. Dans la première section, je donnerai quelques exemples tirés de l'histoire des sciences afin de retracer l'évolution des caractéristiques de l'acquisition participative et citoyenne des connaissances scientifiques. En second lieu, j'expliquerai en quoi consiste la résurgence récente des sciences dites participatives et aborderai leurs valeurs épistémologiques intrinsèques — cette notion de gamification de la technè scientifique. Finalement, je veux conjuguer cette discussion au fonctionnement (et au questionnement) bien actuel des musées de sciences et de techniques. Ces derniers ont, depuis déjà plusieurs décennies, gamifié l'apprentissage des sciences par une variété d'activités ludiques et sensorielles dirigées vers une clientèle d'âge scolaire. Cet apprentissage, cependant, souffre de sa passivité : le visiteur (jeune et adulte) est un spectateur de la science affirmée et non un participant actif à sa production. Comment peut-on intégrer cette gamification récente de la technè scientifique au musée ? Peut-on se servir de celle-ci pour la formation du citoyen expert du XXI^{e} siècle ? Voici tout un programme qui nécessite une importante (et passionnante !) réflexion.

SCIENCE PARTICIPATIVE : QUELQUES REPÈRES HISTORIQUES

Est-ce possible de parler historiquement d'une science participative ? Depuis la Grèce antique, voire bien avant, la science s'est enrichie de connaissances nouvelles grâce à l'apport soutenu d'une communauté d'individus : ce que l'on dénomme la dimension collective de la science (pensons, par exemple, à l'Académie de Platon). Or, qu'en est-il de l'inflexion participative du plus grand nombre, incluant les non-spécialistes ? Est-ce un concept strictement contemporain ? On apprend, par exemple, dans la 6^{e} partie du *Discours de la méthode* (1637), que le dessein de René Descartes (1596-1650) de s'instruire est de plus en plus retardé « a cause d'une infinité d'experiences dont j'ay besoin, & qu'il est impossible que je face sans l'ayde d'autruy [...] » (Descartes 1996 [1637]:75). La science moderne, celle dite de la révolution scientifique, est fondamentalement basée sur des faits d'observation, sur une « infinité d'expériences » selon Descartes. Bien que celui-ci espère que le public « prene grand part en mes interests », à qui doit-il ultimement confier la collecte des données ? D'où provient « l'ayde d'autruy » tant désirée ? Elle ne peut venir que des artisans, « ou telles gens [qu'un homme] pouroit payer, & a qui l'esperance du gain, qui est un moyen tres efficace, feroit faire exactement toutes les choses qu'il leur prescriroit ». Il existe aussi une autre classe d'individus, les « volontaires », qui offrent librement leur service :

> ...outre qu'ils ont pour l'ordinaire plus de promesses que d'effect, & qu'ils ne font que de belles propositions dont aucune jamais ne reüssit, ils voudroient infalliblement estre payez par l'explication de quelques difficultez, ou du moins par des complimens & des entretiens

> inutiles, qui ne luy sçauroient couster si peu de son tems qu'il ny perdist (Descartes 1996 [1637]:72-73).

Alors que les artisans forment une main-d'œuvre docile et motivée par un gain pécuniaire, les « volontaires » sont carrément nuisibles aux projets du philosophe de la nature (Gauvin 2006). Il n'existe donc pas a priori de « science participative » chez Descartes. En revanche, par l'acquisition de « quelques notions generales touchant la Physique », Descartes prétend

> [qu'il] est possible de parvenir a des connoissances qui soient fort utiles a la vie, & qu'au lieu de cete Philosophie speculative, qu'on enseigne dans les escholes, on en peut trouver une pratique, par laquelle connoissant la force & les actions du feu, de l'eau, de l'air, des astres, des cieux, & de tous les autres cors qui nous environnent, aussy distinctement que nous connoissons les divers mestiers de nos artisans, nous les pourrions employer en mesme façon a tous les usages ausquels ils sont propres, & ainsi nous rendre comme maistres & possesseurs de la Nature. (Descartes 1996 [1637]:61-62)

La rhétorique épistémologique de Descartes est fondée sur une méthode universelle qui, une fois acquise et maîtrisée, permet à quiconque de contribuer à l'avancement des connaissances. La méthode cartésienne, unique et rationnelle, ouvrirait alors la porte à une « science participative » où tous — théoriquement — seraient égaux face à la science. Il en est bien autrement dans les faits.

Steven Shapin et Simon Schaffer (1985), entre autres, ont démontré dans de nombreux écrits le rôle du statut social et l'importance de la notion de confiance (*trust*) quand vient le temps de légitimer les connaissances scientifiques. La création d'un consensus autour d'un fait d'expérience (*matter of fact*) est un exercice hautement social, qui requiert en général la collaboration de gentilshommes distingués à titre de témoins crédibles — les simples artisans et techniciens sont invisibles — et une forte dose de communication et de persuasion. Quelques décennies après Descartes, l'échafaudage de systèmes rationnels laisse place à l'observation de faits naturels, de plus en plus générée à partir d'instruments scientifiques. La véracité des faits d'expérience dépend de leur réplicabilité, de l'exactitude et de la précision des instruments scientifiques qui les produisent et finalement de la crédibilité de la personne (ou du groupe) qui les défend. Il ne s'agit plus de bâtir une science sur l'autorité suprême d'un philosophe, mais plutôt sur le consensus social qui s'est dégagé parmi un grand nombre de participants. Or ces derniers sont rarement des savants de formation. La plupart d'entre eux apportent une contribution à la science par leur simple présence aux rencontres de la Royal Society de Londres, par exemple. La science est participative, certes, mais tant et aussi longtemps que les contributeurs possèdent un statut social de marque pouvant venir soutenir la cause de la recherche de la vérité (Shapin 1994).

La science s'est donc transformée en une activité hautement sociale à l'époque moderne — et c'est toujours le cas de nos jours. Pour de nombreux savants et gentilshommes européens, les marchés publics, les ports maritimes, les *piazze*, les villages de pêcheurs, les boutiques d'imprimerie et même les cafés naissants deviennent des lieux privilégiés où s'échangent des informations pratiques, des observations singulières et des objets rares (Eamon 2006; Johns 2006). Des réseaux internationaux d'échanges se créent autour de figures scientifiques propres à légitimer le savoir ainsi partagé. Parmi les plus importantes d'entre elles au XVIII^{e} siècle on retrouve René Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757). Membre de l'Académie royale des sciences de Paris, Réaumur s'intéresse à l'histoire naturelle en général, et à celle des insectes en particulier. Ses collaborateurs proviennent des quatre coins de la France, et même d'ailleurs en Europe et dans le reste du monde (jusqu'en Nouvelle-France). Reconnaissant l'importance d'acquérir le plus grand nombre possible de rapports d'observations, de croquis, voire de spécimens d'insectes vivants pour sa propre collection, Réaumur rallie à sa cause un haut serviteur de l'État — un personnage que l'on n'associerait pas spontanément au bon déroulement de la science :

> Enfin ceux qui s'interessent aux progrès de l'histoire naturelle, & qui me jugeront capable d'y contribuer, me feront des presents que je recevrai avec une reconnoissance que je me ferai plaisir de rendre publique, quand ils voudront bien m'envoyer les insectes qui leur auront paru singuliers, & qu'ils souhaiteront que j'étudie. Ils n'auront qu'à les renfermer dans de petites boîtes, avec la provision d'aliments necessaires pour le voyage, & à les adresser à M. le Comte d'Onzembray, Intendant general des Postes de France; au dessous de la premiere enveloppe ils en mettront une seconde à mon adresse : ils peuvent être sûrs que l'envoi me sera fidellement & promptement remis. (Réaumur 1734-1742, Vol. 1: 51-52)[2]

La correspondance de Réaumur ne s'arrête pas à la communication de travaux en histoire naturelle. Dès les années 1730, on trouve dans les archives de Réaumur, conservées à l'Académie des sciences de Paris, une grande quantité d'échanges épistolaires traitant du climat en France et en Europe, au Moyen-Orient, en Afrique, en Amérique du Nord et du Sud et sur l'océan Indien. Ceux qui lui rapportent les données thermométriques de toutes ces régions du monde sont des officiers de la marine, des diplomates, des hommes d'affaires, des scientifiques, des prêtres et des médecins. Tous se basent sur des thermomètres inventés par Réaumur, fournis par lui, et principalement fabriqués par un proche collaborateur, l'abbé Jean-Antoine Nollet (Gauvin 2012a). L'objectif premier est de créer une carte mondiale des températures et du temps afin de connaître les paramètres optimaux permettant aux plantes et aux arbres exotiques de s'acclimater en France. La vaste majorité des données numériques ainsi répertoriées seront publiées dans les *Mémoires* de l'Académie des sciences jusqu'en 1740, et Réaumur lui-même prendra ses propres mesures thermométriques quotidiennes jusqu'à son décès en 1757.

La climatologie historique connaît alors un regain d'intérêt depuis quelques années. Dans un ouvrage qu'ils préparent sur cette thématique, les historiens Jean-Baptiste Fressoz et Fabien Locher mettent en lumière l'ampleur des réseaux de communication qui se sont établis du XVI^e^ au XIX^e^ siècles entre savants et amateurs, les premiers cherchant à modéliser une représentation globale du climat. Il est intéressant de souligner que cette représentation est encore véhiculée de nos jours à travers le consensus scientifique sur le réchauffement climatique et la présence, selon plusieurs, d'un évènement anthropocène (Bonneuil et Fressoz 2013). L'histoire naturelle offre de nombreux autres exemples d'une science participative organisée, tels que l'œuvre de collectionnement de Hans Sloane (à l'origine du British Museum) au XVIII^e^ siècle (MacGregor 1994) et celle de Charles Darwin (à l'origine de la théorie de l'évolution) au XIX^e^ siècle (Browne 2003). Même le célébrissime ouvrage d'Isaac Newton, *Principia mathematica* (1687), bien que des plus mathématiques, n'aurait pas vu le jour sans le système d'information planétaire développé par les échanges commerciaux et les missions diplomatiques du XVII^e^ siècle (Schaffer 2009). La professionnalisation de la science en milieu universitaire à partir du milieu du XIX^e^ siècle, conjuguée à l'hyperspécialisation des disciplines scientifiques des dernières décennies, ne laisse plus beaucoup de place aux amateurs curieux.

Si les fondateurs de Google, Apple, Microsoft, Facebook, Twitter et autres innovateurs des nouvelles technologies de l'information réussissent à se démarquer — et à dominer l'espace médiatique — sans formation universitaire approfondie, il n'en est certes pas ainsi dans le domaine de la recherche scientifique. Cela étant dit, on commence à percevoir l'importance d'une vaste main-d'œuvre d'amateurs, et donc l'émergence d'une véritable science participative en recherche fondamentale, au sein des domaines scientifiques qui requièrent une quantité formidable de données brutes (*big data sets*). Mais pour qu'un « volontaire » du XXI^e^ siècle soit en mesure de participer activement à la production de nouvelles connaissances scientifiques, on doit lui fournir des outils appropriés qui lui seront familiers. Et quoi de plus familier aujourd'hui que les jeux vidéo !

LA GAMIFICATION DE LA TECHNÈ : LES NOUVEAUX DISPOSITIFS ÉPISTÉMOLOGIQUES DE LA SCIENCE

Avant d'aborder le thème des jeux vidéo, mentionnons deux initiatives (parmi des dizaines[3]) dont les stratégies ne sont pas si lointaines de celles qu'emprunta Réaumur au XVIII[e] siècle. *Galaxy zoo* (http://www.galaxyzoo.org) est l'un des 22 projets actuels faisant partie de *Zooniverse*, une plateforme en ligne entièrement consacrée à la science participative et axée sur le développement de la recherche scientifique[4]. Les internautes qui se branchent sur *Galaxy zoo* sont appelés à identifier des galaxies — des centaines de milliers de galaxies. Une classification précise (spirale, elliptique, etc.) permet aux astronomes de déterminer la distribution des galaxies dans l'univers et de formuler des hypothèses sur leur formation. Pour que la classification d'une galaxie particulière soit retenue par les astronomes, il faut qu'elle ait été reconnue par au moins 30 « volontaires » différents. C'est le très grand nombre de ces derniers qui permet d'accepter la véracité de leurs observations, même s'ils ne sont pas des spécialistes. Grâce à l'effort collectif des astronomes et des internautes, c'est plus de 40 articles scientifiques dans des revues spécialisées qui ont été rédigés au cours des dernières années.

Plus près de nous, dans un tout autre domaine, le Regroupement QuébecOiseaux a officiellement mis en ligne, le 1[er] mars 2014, un nouveau portail pour l'enregistrement des observations d'oiseaux du Québec. Le portail eBird Québec (http://ebird-qc.ca) remplacera la base de données ornithologique ÉPOQ du même regroupement, qui est utilisée depuis près de 40 ans et qui contient à ce jour plus de 6 millions d'observations faites par des ornithologues amateurs (miroiseurs). eBird est une base de données internationale qui recueille des millions d'observations annuellement, toutes accessibles et visualisables par les experts et miroiseurs du monde entier. Cette base de données en ligne est devenue en une décennie un outil incontournable pour étudier l'évolution des populations aviaires et le rôle des changements climatiques sur les fronts migratoires de certaines espèces. Grâce à une communauté croissante de miroiseurs, et au Web 2.0, les ornithologues de formation ont publié plus de 40 articles dans des revues de recherche spécialisées (Desrochers 2013).

Contrairement à SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence), qui utilise le calcul distribué (*grid computing*) de milliers d'ordinateurs en veille à travers le monde pour analyser une quantité astronomique de données recueillies par des radiotélescopes, les deux exemples ci-haut mettent l'accent sur la science participative dûment active (et non passive). Les volontaires qui s'y adonnent tiennent un rôle de première importance, qui demande la réalisation de tâches spécifiques plus ou moins difficiles et minutieuses. Où se trouve le plaisir, diront la plupart des gens ? À moins d'être passionné d'astronomie, il n'y a pas grand *fun* à classer des galaxies pendant des heures. En serait-il autrement s'il s'agissait d'un jeu ? Les revenus mondiaux des jeux vidéo en tous genres dépasseront vraisemblablement les 100 milliards de dollars en 2014, une somme gigantesque qui démontre l'engouement pour ce type de divertissement[5]. Selon certaines estimations, jusqu'à 70 % des Américains joueraient régulièrement à un jeu vidéo (sur ordinateur, console de jeu ou téléphone). C'est un habitus contemporain que les scientifiques commencent à exploiter à des fins autres que ludiques. En favorisant à la fois la compétition (par l'accumulation de points) et la collaboration entre joueurs, ces jeux ludo-épistémologiques d'un genre nouveau brouillent la frontière entre recherche scientifique et divertissement de masse. Donnons quelques exemples, tirés d'une liste compilée par Chandra Clarke (2014) :

> *Confectionner de nouvelles protéines* (http://fold.it) : Toute protéine possède la particularité de se replier (fold) sur elle-même d'une manière qui lui est propre — c'est ce qui lui procure sa stabilité. Cette particularité a permis la création d'un jeu en ligne (*Foldit*) multijoueur et collaboratif qui consiste à trouver de nouvelles structures stables parmi un nombre colossal de possibilités (chaque protéine pouvant être composée de 100 à 1 000 chaines d'acides aminés). Deux raisons donnent à ce jeu une importance particulière pour la science :

d'abord, la création de nouvelles protéines aidera la médecine à trouver des remèdes au sida, au cancer et à la maladie d'Alzheimer; ensuite, bien que des ordinateurs aient été programmés pour effectuer des milliards de pliages aléatoires, les concepteurs du jeu veulent déterminer si les habiletés naturelles des humains pour la reconnaissance de formes et la solution de problèmes ne seraient pas plus efficaces. Si c'est le cas, les chercheurs pourraient ainsi enseigner ces stratégies aux ordinateurs et ainsi « plier » des protéines encore plus rapidement. Plus d'un demi-million de joueurs participent activement à cette recherche scientifique, la grande majorité n'ayant aucune formation en biochimie.[6] *Foldit* est l'exemple paradigmatique de cette nouvelle tendance.

Piloter un engin spatial (http://www.esa.int/gsp/ACT/ai/projects/astrodrone.html) : Très d'actualité, ce jeu, une application pour les téléphones intelligents et les tablettes (Apple et Google), place le joueur au cœur d'un environnement virtuel dans lequel il doit contrôler une capsule spatiale (un *astro drone*). Au premier niveau, le joueur doit arrimer sa capsule à la station spatiale internationale. Au second niveau, le joueur part à la poursuite d'une comète (67P/Churyumov-Gérasimenko – ou « Tchouri ») à bord de la sonde Rosetta, lancée en 2004 par l'Agence spatiale européenne. Cette dernière, après un voyage de 6 milliards de kilomètres, a finalement atteint la comète en août 2014. Le but du jeu, et de l'authentique mission spatiale, est de larguer le robot-laboratoire Philae sur la comète pour mieux l'explorer, un exploit sans précédent qui s'est déroulé avec succès le 12 novembre 2014. Les données accumulées par les joueurs durant les périodes de jeu (s'ils autorisent leur utilisation) permettent d'améliorer l'autonomie des robots envoyés dans l'espace par l'étude de la formation et l'analyse complexe des images recueillies par les capsules virtuelles du jeu. Dans ce cas-ci, les données ne sont pas fournies d'avance aux joueurs, elles sont *créées* par ces derniers — et ensuite analysées par les scientifiques.7

Cartographier la structure 3D des neurones (http://blog.eyewire.org/about/) : Conçu dans le laboratoire de Sebastian Seung au MIT, ce jeu tente de cartographier le réseau de neurones et de synapses du cerveau humain — le *connectome*. La tâche n'est pas simple quand on sait que le cerveau contient environ 100 milliards de neurones ! Les joueurs, aidés par une intelligence artificielle, sont conviés à résoudre des casse-tête en trois dimensions. Les joueurs avancés peuvent même participer à des « parties de chasse » durant lesquelles ils doivent localiser les erreurs au sein des branches neuronales compilées. Plus un joueur en trouve, plus il monte en grade, jusqu'à l'obtention du rang de « Order of the Scythe ». Le jeu offre également des représentations graphiques saisissantes, embrassant de manière naturelle l'art et la science. Pas moins de 130 000 personnes dans 145 pays collaborent ainsi à l'avancée des neurosciences.

Sauver les frênes du Royaume-Uni (http://apps.facebook.com/fraxinusgame/) : Alors qu'à Montréal les frênes sont attaqués par un insecte originaire de l'Asie du Sud-Est, l'agrile, en Grande-Bretagne ils subissent les attaques d'une espèce de mycètes pathogènes responsables d'une maladie fongique dite « chalarose » ou maladie du flétrissement du frêne. Les utilisateurs de Facebook, entre deux « j'aime », sont appelés à analyser les échantillons d'ADN recueillis par les scientifiques afin de découvrir une façon de contrecarrer ce champignon, qui pourrait causer la disparition de 90 à 95 % des frênes des Îles Britanniques. Le jeu consiste à accumuler des points en associant des séries de couleurs, représentant lesdits échantillons d'ADN. Étant donné la dimension internationale de Facebook, le potentiel de *crowdsourcing* est évidemment considérable.

Le *crowdsourcing*, ou « externalisation ouverte », est la caractéristique principale de tous ces jeux ludo-épistémologiques. Ils font pareillement appel au pouvoir d'observation des joueurs et aux facultés extraordinaires du cerveau humain pour la reconnaissance des formes (*pattern recognition*) et la résolution de problèmes. L'impact de tels jeux sur la recherche scientifique fondamentale pourrait être des plus importants, même en ne lui allouant qu'une fraction des quelque 3 milliards d'heures hebdomadaires consacrées aux jeux vidéo dans le monde. Tous disponibles en ligne, ces jeux sont-ils pertinents et adaptés à l'espace muséal ? Comment les musées de sciences et de techniques peuvent-ils améliorer cette offre originale et, dans certains cas, déjà très populaire ? Les musées, de même que les jeux ludo-épistémologiques, ont-ils un rôle à jouer quant à la formation du « citoyen expert » ?

APPRENDRE OU APPRENDRE À FAIRE ? LE « CITOYEN EXPERT » ET LES TACTIQUES DE LA GAMIFICATION DANS LES MUSÉES DE SCIENCES ET DE TECHNIQUES

> Si nous pouvions nous dépouiller de tout orgueil, si, pour définir notre espèce, nous nous en tenions strictement à ce que l'histoire et la préhistoire nous présentent comme la caractéristique constante de l'homme et de l'intelligence, nous ne dirions peut-être pas *Homo sapiens*, mais *Homo faber*. En définitive, *l'intelligence, envisagée dans ce qui en paraît être la démarche originelle, est la faculté de fabriquer des objets artificiels, en particulier des outils à faire des outils, et d'en varier indéfiniment la fabrication.* (Bergson 2008 [1907]: 151)

Les jeux éducatifs sont devenus une pierre d'assise incontournable de l'éducation en milieu muséal, souvent au détriment des véritables objets (d'art, d'histoire ou de science) (Gauvin 2012b; voir aussi Conn 2010). Tant et si bien que les musées de sciences et de techniques sont désormais perçus par plusieurs adultes comme autant de musées pour enfants (*children's museums*).[8] Est-ce une disposition inévitable ? Dans leur récente étude (2012), deux collègues de Harvard, Peter Galison et Jeffrey Schnapp, s'interrogent justement sur la trop grande importance accordée dans les musées de sciences à la pédagogie destinée aux jeunes d'âge scolaire — « Talk as if to twelve year olds », écrivent-ils en exergue. Selon les auteurs, il ne faut pas s'en remettre qu'aux médias (traditionnels ou virtuels) de transmission des connaissances. Il faut complètement repenser la stratégie didactique des expositions, qu'ils déclinent en trois volets : *profondeur*, *procédés* et *participation*[9]. Résumons ceux-ci :

La profondeur : Il faut chercher dans la présence des objets individuels une archéologie du savoir, une profondeur de connaissances et de savoir-faire distribués en de multiples strates épistémologiques et techniques.

Les procédés : Ce n'est pas le savoir paradigmatique de la science qui est intéressant, mais plutôt ses procédés et pratiques spécifiques, y compris l'apport épistémologique des échecs et des faux départs, ainsi que le rôle sociologique crucial des institutions qui financent les recherches.

La participation : Pourquoi se limiter à une simple diffusion de la connaissance quand il devient de plus en plus aisé de participer activement à la recherche fondamentale ?

Cette triple stratégie, centrée sur l'objet et la pratique scientifiques, est ambitieuse et demande une reconfiguration considérable de l'appareil pédagogique des musées de sciences et de techniques.

En ce qui me concerne, c'est le troisième volet, la participation active à la recherche scientifique, qui jusqu'ici m'a plus particulièrement intéressé. Je prétends que cette science participative va bien au-delà

de la simple diffusion de la connaissance, celle que nous rencontrons habituellement dans les musées de sciences et de techniques. Par l'entremise de jeux ludo-épistémologiques semblables à ceux décrits à la section précédente, il est maintenant possible d'ouvrir une fenêtre dynamique sur le monde de la recherche scientifique. Ces jeux n'offrent pas tant une acquisition de connaissances théoriques (*homo sapiens*), qu'un savoir-faire pratique et épistémologique (*homo faber*). Pour reprendre la terminologie de Michel de Certeau (1990), les jeux ludo-épistémologiques permettent de développer chez les joueurs des *tactiques*, en dehors d'un lieu et d'un savoir circonscrits. C'est tout le contraire des *stratégies*, qui misent sur le calcul des rapports de forces d'un sujet de vouloir et de pouvoir isolable et bien identifié. En effet, les tactiques ne sont pas attachées à un environnement qui leur est propre (et la plupart du temps imposé), ainsi les joueurs cherchent les occasions, les manœuvres inhabituelles, les astuces et les ruses qui presque toujours ne s'apprennent qu'en les effectuant — qu'en les découvrant par hasard ou par la force des choses. L'art de la tactique, en d'autres termes, est celui de faire en l'absence d'un pouvoir déterminé et dominant. Ne soyons donc pas étonnés si, tel que je l'ai mentionné précédemment, les concepteurs desdits jeux se basent principalement sur les facultés extraordinaires du cerveau humain pour la reconnaissance des formes (*pattern recognition*) et la résolution de problèmes. C'est le savoir-faire, la débrouillardise épistémologique des joueurs qui est mis à l'honneur et qui sert de fondement à la découverte scientifique.

Dans le contexte muséal, la gamification de la science devient le prolongement naturel des jeux d'exploration et d'apprentissage conventionnels. Elle offre une dimension épistémologique supplémentaire novatrice (et familière) ainsi qu'une occasion réelle pour le citoyen de participer à la création du savoir scientifique. Adaptée adéquatement à une exposition sur la biotechnologie, l'astronomie ou la botanique, cette même gamification de la science propose aux visiteurs de lever un coin du voile sur la recherche en laboratoire en devenant des participants actifs et engagés. Le musée, par ailleurs, fournit le contexte historique et les nuances sociologiques qui sous-tendent toute entreprise scientifique. Il provoque aussi le dialogue avec les objets réels et, surtout, encourage le questionnement du visiteur face aux enjeux de la découverte scientifique – ce qui n'est pas nécessairement le cas chez soi, seul devant son ordinateur. C'est précisément à ce questionnement que se rattache le retour en force depuis quelques années de la participation citoyenne à l'activité scientifique professionnelle. Dans un récent ouvrage, Yves Gingras (2013:21-24) discute brièvement du concept moderne de « citoyens experts », ces militants qui font partie de groupes de pression, et qui parfois « osent » remettre en question les résultats de recherche des scientifiques de profession, dans des domaines aussi variés que la médecine, la technologie et l'environnement. Comme l'explique Gingras, cette « transformation des rapports entre citoyens et scientifiques est bien sûr liée à la montée du niveau général d'éducation mais également à l'accès facile, rapide et gratuit — grâce, en particulier, à Internet — à un ensemble de résultats de recherches, auparavant difficiles ou impossibles à obtenir et à assimiler. » Une fois de plus, les technologies de l'information et de la communication sont mises à la disposition des citoyens pour examiner le travail des scientifiques, et avant tout pour contribuer au progrès d'une éthique scientifique. Car, à n'en pas douter, la santé démocratique d'une nation ne dépend pas uniquement d'un sain débat politique, mais aussi d'une appréciation accrue des enjeux contemporains de la science et de la technologie.

Des groupes, tels que la Fondation sciences citoyennes, s'efforcent d'ailleurs d'éduquer le grand public à reconnaître l'influence souvent néfaste des lobbys auprès des gouvernements, à critiquer la commercialisation à outrance des connaissances scientifiques au détriment du bien commun et de l'environnement et à protester contre le manque de régulation publique des risques. La Fondation précise :

> Face à cette situation notre sentiment est qu'il faut certes mener bataille au sein des institutions de recherche et d'expertise, mais aussi reconstruire une recherche citoyenne et d'intérêt général en partant des besoins et des savoirs de chacun, en partant des forces de la société civile et des nouvelles formes d'engagement et d'appropriation de la science qui

> se sont développées ces dernières années. Nous croyons qu'une pleine citoyenneté passe aujourd'hui par la redistribution vers la société des moyens de produire des savoirs, par une coproduction entre chercheurs et profanes.[10]

Au Québec, un organisme comme le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE), fondé en 1978, a fait œuvre de pionnier en affirmant le droit des citoyens à l'information et à la consultation sur la qualité de l'environnement. En effet, la loi à l'origine du BAPE reconnaît officiellement « la valeur et la pertinence de la contribution de la population québécoise à l'évaluation environnementale »[11]. Il est de mon avis que les musées de sciences et de technologies sont des lieux tout désignés pour explorer, encourager et contextualiser cette nouvelle activité citoyenne aux incontournables enjeux sociaux, politiques et environnementaux du XXI[e] siècle. Si les jeux ludo-épistémologiques permettent déjà l'avancement des connaissances scientifiques, leur introduction au musée favoriserait, quant à elle, la formation du citoyen expert, un citoyen participant à part entière, à l'affût des dangers et des bienfaits de la technoscience (Bensaude-Vincent 2009).

CONCLUSION

La science citoyenne ou participative n'est pas une nouveauté en soi. En revanche, grâce aux technologies de l'information et de la communication, au Web 2.0 et au *crowdsourcing*, elle sollicite un public plus nombreux que jamais. Toutefois, la science citoyenne qui retient le plus l'attention, est celle fondée à la fois sur l'acquisition de connaissances propres et sur le divertissement ludique des participants. Les jeux vidéo font en effet désormais partie du *collective tacit knowledge*, ce savoir tacite collectif qui, selon Harry Collins (2010), ne s'apprend qu'en étant un membre actif de la société. En intégrant ce savoir tacite et ludique aux musées de sciences et de techniques, en *gamifiant* la technè et en tirant profit des trois volets de la profondeur, des procédés et de la participation élaborés par Galison et Schnapp, on permettra l'acquisition de *tactiques* scientifiques produisant de véritables résultats de recherche, tout en sensibilisant le visiteur, le « volontaire », à son propre rôle de citoyen expert, garant d'une éthique scientifique et technologique robuste et humanitaire[12].

NOTES

1 Le Grand Dictionnaire terminologique de l'Office québécois de la langue française préconise le substantif *ludification* au lieu de *gamification*. Dans cet article, je conserve le terme *gamification* afin d'accentuer cette tendance largement anglo-saxonne, qui se répand toutefois rapidement, de mettre à profit le jeu au service de la connaissance, du marketing, de la publicité et de l'éducation. Voir : http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca (consulté le 12 juillet 2014).

2 Cité en anglais dans Terrall 2014: 79

3 Pour une liste des plus importants projets du genre (surtout en provenance des États-Unis), consulter le site Internet tenu à jour par la revue *Scientific American* : http://www.scientificamerican.com/citizen-science/ (consulté le 22 juin 2014).

4 On peut lire, dans l'introduction du site : "We make citizen science websites so that everyone can be part of real research online." *Zooniverse* fait partie de la Citizen Science Alliance. Composée de partenaires à travers le monde, elle fut créée "to produce projects that use the efforts and ability of volunteers to help scientists and researchers deal with the flood of data that confronts them". Voir : www.zooniverse.org/about (consulté le 20 juin 2014). Plus de 1,1 million de personnes à travers le monde participent à ses divers projets.

5 Selon la firme de recherche Gartner : http://www.gartner.com/newsroom/id/2614915 (consulté le 22 juin 2014).

6 Sur le site Internet de *Foldit*, on affiche les publications dans lesquelles les découvertes des joueurs ont réellement contribué à l'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques. Par exemple, la forme d'une protéine sur laquelle les biologistes travaillaient depuis plus de 13 ans a été trouvée par la communauté *Foldit* en l'espace de 10 jours !

7 C'est un procédé courant dans le secteur des jeux vidéo. Récemment, du 17 au 31 juillet 2014, le jeu *Destiny* (produit par Activision et Bungie) a été lancé en version bêta sur Internet, pour les utilisateurs des consoles PS3, PS4, Xbox 360 et Xbox One. Plus de 4,6 millions de joueurs ont téléchargé gratuitement le jeu, et ainsi produit une somme énorme de données et de commentaires pour la version commerciale. La sortie du jeu a eu lieu le 9 septembre 2014. http://www.destinythegame.com

8 Voir, par exemple, Kehl (2013). J'emploie ici l'expression « musées de sciences et de techniques » en son sens le plus large, regroupant à la fois les musées qui possèdent de véritables collections d'objets historiques et les centres de sciences qui n'en possèdent généralement pas ou peu.

9 En anglais, ils écrivent : “depth (not anthology)”, “process (not product)” et “participation (not dissemination)”.

10 Tiré du site Internet de la Fondation : http://sciencescitoyennes.org/comment-integrer-les-sciences-a-la-democratie/ (consulté le 22 juillet 2014). Au sujet, par exemple, du réchauffement climatique et de la vaste campagne de dénigrement organisée contre le consensus scientifique général, voir l’excellent ouvrage d’Oreskes et Conway (2011).

11 Pour plus de détails, consulter le site Internet du BAPE : http://www.bape.gouv.qc.ca (consulté le 5 juillet 2014).

12 Ce rôle, cette sensibilité, commence aussi à se développer pour les sciences sociales. Voir le projet de *crowdsourcing* Citizen Social Science : http://citizensocialscience.org.uk (consulté le 15 juillet 2014).

BIBLIOGRAPHIE

Bensaude-Vincent, B. 2009. *Les Vertiges de la technoscience. Façonner le monde atome par atome.* Paris : Éditions de la découverte.

Bergson, H. 2008 [1907]. *L’Évolution créatrice.* Paris : Presses universitaires de France.

Bonneuil, C. et J. B. Fressoz. 2013. *L’Évènement anthropocène : la Terre, l’histoire et nous.* Paris : Seuil.

Browne, J. 2003. *Charles Darwin. The Power of Place.* Princeton : Princeton University Press.

de Certeau, M. 1990. *L’Invention du quotidien. 1 - L’art de faire.* Paris : Gallimard.

Clarke, C. 2014. *Citizen Science Games: The ultimate list.* Document électronique : http://www.citizenscienceсenter.com/citizen-science-games-ultimate-list/ (consulté le 23 juin 2014)

Collins, H. 2010. *Tacit and Explicit Knowledge.* Chicago : University of Chicago Press.

Conn, S. 2010. *Do Museums Still Need Objects ?* Philadelphie : University of Pennsylvania Press.

Descartes, R. 1996 [1637]. Discours de la méthode. Dans *Œuvre de Descartes* (Vol. 6), dir. C. Adam et P. Tannery. Paris : Vrin.

Desrochers, A. 2013. *Ornithologie et science citoyenne.* Document électronique : http://www.contact.ulaval.ca/article_blogue/ornithologie-et-science-citoyenne/ (consulté le 20 juin 2014).

Eamon, W. 2006. Markets, Piazzas, and Villages. Dans *The Cambridge History of Science, Volume 3: Early Modern Science*, dir. L. Daston et K. Park, 206-223. Cambridge : Cambridge University Press.

Galison, P. et J. Schnapp. 2012. *Science Museum Futures.* Document électronique : http://www.ahva.ubc.ca/EventPDFs/PeterGalison_JCI_Mar12_12.pdf (consulté le 29 janvier 2014).

Gauvin, J.-F. 2006. Artisans, Machines, and Descartes’s Organon. *History of science* 44: 187-216.

———. 2012a. The Instrument That Never Was: Inventing, manufacturing, and branding Réaumur’s thermometer during the Enlightenment. *Annals of Science* 69: 515-549.

———. 2012b. L’apport des musées dans l’enseignement des sciences. *Éducation Canada* 52(2): 26-29.

Gingras, Y. 2013. *Sociologie des sciences.* Paris : Presses universitaires de France

Johns, A. 2006. Coffeehouses and Print Shops. Dans *The Cambridge History of Science, Volume 3: Early Modern Science*, dir. L. Daston et K. Park, 320-340. Cambridge : Cambridge University Press.

Kehl, W. 2013. I Have a Confession: I’m an Adult. How can science museums welcome grown-ups? *Museum (revue de l’AAM)* (juillet-août): 46-51.

Macgregor, A. (dir.). 1994. *Sir Hans Sloane: Collector, scientist, antiquary, founding father of the British Museum.* Londres : British Museum.

Newton, I. 1999 [1687]. *The Principia : Mathematical principles of natural philosophy*, traduit par I. B. Cohen et A. Whitman. Berkeley : University of California Press.

Oreskes N. et E. Conway. 2011. *Merchants of Doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming.* New York : Bloomsbury Press.

de Réaumur, R. A. F. 1734-1742. *Mémoires pour servir à l’histoire des insectes.* Paris : Imprimerie royale.

Schaffer, S. 2009. Newton on the Beach: The information order of *Principia mathematica*. *History of Science* 47: 243-276.

Shapin, S. et S. Schaffer. 1985. *Leviathan and the Air-pump: Hobbes, Boyle, and the experimental life.* Princeton : Princeton University Press.

Shapin, S. 1994. *A Social History of Truth : Civility and science in seventeenth-century England.* Chicago : University of Chicago Press.

Terrall, M. 2014. *Catching Nature in the Act. Réaumur & the practice of natural philosophy in the eighteenth century.* Chicago : University of Chicago Press.