

ÉDUIQUER DANS UN MONDE INCERTAIN : QUEL CADRE POUR COMPRENDRE COMMENT LES ENSEIGNANTS APPREHENDENT LES INCERTITUDES DES QUESTIONS SOCIALEMENT VIVES ?

LUCAS NEDELEC

lucas.nedelec@educagri.fr | Université de Toulouse / Université de Montpellier / Université de La Réunion, France

LAURENCE SIMONNEAUX

laurence.simonneaux@educagri.fr | Université de Toulouse, France

GREGOIRE MOLINATTI

gregoire.molinatti@univ-reunion.fr | Université de La Réunion, France

RESUME

Nous vivons à l'ère des incertitudes. Le développement des technosciences génère de grandes questions auxquelles les sociétés sont incapables de répondre avec certitude et universalité. Cet état d'indétermination généralisée entre en tension avec un traitement traditionnellement cartésien de l'imprévisibilité. Au débat épistémologique fondamental de la certitude des connaissances scientifiques s'agrègent désormais des incertitudes sociales, politiques, informationnelles, réflexives, etc., qui structurent les dynamiques des controverses dans l'espace social. Au sein de la classe, l'enseignement des questions socialement vives matérialise ces incertitudes, du fait de leur complexité et de la pluralité de réponses potentielles qu'elles impliquent. En France, leur introduction en classe crée un certain nombre de difficultés pour les enseignants: outre un ensemble de contraintes professionnelles et pédagogiques, l'appréhension des incertitudes semble en être un des principaux freins. Nous proposons donc ici, dans une approche théorique qui mobilise des regards issus de la sociologie des sciences, une identification des formes d'incertitudes socio-épistémiques inhérentes aux technosciences controversées. Dans le champ de la didactique des sciences, cette approche par les incertitudes permet de mieux comprendre les risques d'enseignement des questions socialement vives ressentis par les enseignants. Il s'agit alors, dans une optique d'autonomisation des enseignants telle que le développe le projet PARRISE, d'élaborer des processus de formation qui permettraient de mieux appréhender ces incertitudes, non pas en tentant de les réduire ou de les minimiser, mais en les identifiant et en les contextualisant.

MOTS - CLES

Question Socialement Vives, Controverses socio-scientifiques, Technosciences, Incertitudes, Formation des enseignants, Risques d'enseigner.



SISYPHUS

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 5, ISSUE 02,

2017, PP.10-24

**EDUCATION IN AN UNCERTAIN WORLD: WHICH FRAME TO UNDERSTAND
HOW THE TEACHERS GRASP THE UNCERTAINTIES OF THE SOCIALLY
ACUTE QUESTIONS?**

LUCAS NEDELEC

lucas.nedelec@educagri.fr | Université de Toulouse / Université de Montpellier / Université de La Réunion, France

LAURENCE SIMONNEAUX

laurence.simonneaux@educagri.fr | Université de Toulouse, France

GREGOIRE MOLINATTI

gregoire.molinatti@univ-reunion.fr | Université de La Réunion, France

ABSTRACT

We live in the age of uncertainties. The development of technosciences creates huge interrogations for which societies are unable to answer with certainty and universality. This general undetermined state collides with the Cartesian traditional treatment of the unpredictability. In addition to the fundamental epistemological debate about the certainty of scientific knowledge, appear by now some social, political, informational, reflexive (etc.) uncertainties that structure the dynamic of the controversies in the social space. Within classroom, the teaching of socially acute questions provides the opportunity to work these uncertainties, because of their complexity and the plurality of potential answers they include. In France, their introduction in classroom causes several difficulties to teachers: beside a set of professional and pedagogical constraints, the apprehension of uncertainties seems to be one of the major brakes. With a theoretical approach that mobilizes some points of view from sciences sociology, we propose here an identification of the forms of socio-epistemic uncertainties related to controversial technosciences. In the field of sciences didactic, this uncertainties approach allows a better comprehension of the socially acute questions' teaching risks felt by teachers. Toward a goal of teachers' empowerment as the PARRISE project aims, the issue is to elaborate a teacher professional development process that could help to grasp these uncertainties, not to reduce or minimize them, but rather to identify and contextualize them.

KEY WORDS

Socially Acute Questions, Socio-scientific issues, Technosciences, Uncertainties, Teachers training, Teaching risks.



SISYPHUS

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 5, ISSUE 02,

2017, PP.10-24

EDUCAÇÃO NUM MUNDO INCERTO: QUE MOLDURA TEÓRICA PARA COMPREENDER COMO OS PROFESSORES ENQUADRAM AS INCERTEZAS DAS QUESTÕES SOCIALMENTE VIVAS?

LUCAS NEDELEC

lucas.nedelec@educagri.fr | Université de Toulouse / Université de Montpellier / Université de La Réunion, França

LAURENCE SIMONNEAUX

laurence.simonneaux@educagri.fr | Université de Toulouse, França

GREGOIRE MOLINATTI

gregoire.molinatti@univ-reunion.fr | Université de La Réunion, França

RESUMO

Vivemos na era das incertezas. O desenvolvimento das tecnociências cria grandes interrogações para as quais as sociedades são incapazes de responder com certeza e universalidade. Este estado geral indeterminado colide com o tratamento tradicional cartesiano da imprevisibilidade. Adicionalmente ao debate epistemológico fundamental sobre a certeza do conhecimento científico, aparecem algumas incertezas sociais, políticas, informacionais e reflexivas (etc.) que estruturam a dinâmica das controvérsias no espaço social. Dentro da sala de aula, o ensino das Questões Socialmente Vivas permite a oportunidade para trabalhar estas incertezas devido à sua complexidade e à pluralidade de respostas que estas incluem. Em França a sua introdução na sala de aula causa algumas dificuldades aos professores: para além do conjunto de constrangimentos profissionais e pedagógicos, a apreensão das incertezas parece ser um dos maiores obstáculos. Com uma abordagem teórica que mobiliza alguns pontos de vista da sociologia das ciências, propomos aqui a identificação das formas das incertezas socio-epistemológicas relacionadas com as controvérsias das tecnociências. No campo das ciências da didática, esta abordagem às incertezas permite uma melhor compreensão dos riscos associados ao ensino das Questões Socialmente Vivas sentidos pelos professores. Com o objetivo de promover a autonomia dos professores como é o do projeto PARRISE, a questão é elaborar um processo de desenvolvimento profissional dos professores que ajude a apreender estas incertezas, não para reduzi-las ou minimizá-las, mas antes para as identificar e contextualizar.

PALAVRAS - CHAVE

Questões Socialmente Vivas, Questões sociocientíficas, Tecnociências, Incertezas, Formação dos professores, Riscos do ensino.



SISYPHUS

JOURNAL OF EDUCATION

VOLUME 5, ISSUE 02,

2017, PP.10-24

Éduquer Dans un Monde Incertain: Quel Cadre Pour Comprendre Comment les Enseignants Appréhendent les Incertitudes des Questions Socialement Vives?

Lucas Nedelec | Laurence Simonneaux | Grégoire Molinatti

LE TEMPS DES INCERTITUDES

À LA RACINE DES INCERTITUDES, UNE CRISE EPISTEMOLOGIQUE

Les situations de crises, de chocs, de mutations successives qui plongent les sociétés dans des états d'indétermination amènent certains penseurs à qualifier notre post-modernité comme l'ère des incertitudes (Funtowicz & Ravetz, 1993). Paradoxalement, le volume de savoirs produits et disponibles n'a jamais été aussi grand. L'innovation technologique présente un développement exponentiel et dénote les modes de production d'une technoscience globalisée. Comment expliquer ce paradoxe apparent entre une perception accrue de l'incertitude et une accélération de la production de savoirs ? La question prend tout d'abord racine dans une crise épistémologique. Les sciences, historiquement, ont toujours candidaté au rôle de premières productrices de certitudes. Le cogito de Descartes voyait l'exercice de la pensée scientifique comme un acte de sculpture où le doute tenait lieu de burin, pour réduire un bloc de matière brut – le réel ? - à un socle de certitudes. La philosophie positiviste ensuite, puis le positivisme logique, ont cherché à trier croyances et certitudes, au moyen d'une rigueur méthodologique censé attribuer à ces dernières un statut d'universalité. Mais un ensemble de nouveaux paradigmes, falsificationisme poppérien et normalité kuhnienne en tête, ont ouvert la brèche des relativismes, considérant dès lors que l'ensemble des savoirs scientifiques disponibles à un moment donné ne pouvaient guère prétendre au statut de vérités définitives. Plus précisément à propos de cette notion de certitude, attardons-nous sur l'apport de Bachelard. L'épistémologue considère que toute connaissance scientifique se base sur une forme d'approximation. Le cas des ordres de grandeur manipulés en sciences physiques l'illustre : censées représenter l'invisible, l'infiniment grand ou l'infiniment petit, les échelles mathématiques utilisées ne sont que des traductions de dimensions spatiales parfois inconsiderables par la cognition humaine, et ne peuvent revendiquer une exactitude certaine. Les mesures sont certes affinées au fur et à mesure de l'avancée des recherches mais ne pourront jamais prétendre au statut de précision absolue car définitive. C'est dans ce sens qu'il serait légitime de parler de connaissance approchée plutôt que de certitude scientifique (Bachelard, 1969). Ces considérations épistémologiques ont rejoint les interrogations philosophiques sur le statut de la connaissance pour provoquer ce que Morin appelle « la crise des fondements de la



connaissance » (Morin, 1986, p. 14). Cette crise a notamment fait émerger une dialectique de l'incertitude : plus la recherche scientifique instaure de nouvelles certitudes et plus l'étendue de notre inexpérience ne semble immense. Aujourd'hui, « comme nous vivons l'époque sans doute la plus exaltante pour le progrès de la connaissance, la fécondité des découvertes, l'élucidation des problèmes, nous nous rendons difficilement compte que nos gains inouïs de connaissance se paient en gains inouïs d'ignorance » (Morin, 1986, p. 13).

LES INCERTITUDES DES TECHNOSCIENCES

Le débat sur la nature des savoirs a traversé des siècles de recherche scientifique et philosophique. Si le statut de la certitude a été étudié sous de multiples aspects et regardé avec une grande pluralité de prismes, son contraire, l'incertitude, n'a été pensée qu'en négatif. Avec l'émergence des technosciences, cet angle mort commence toutefois à être considéré et notre travail vise notamment à participer à son exploration. Aux mises en doute épistémologiques se sont en effets adjoints de multiples questionnements éthiques, sociaux, économiques, etc., sur les conséquences de l'innovation. L'indétermination de la nature de la connaissance s'est ainsi élargie : l'altération du projet positiviste s'est doublée d'une remise en cause du bien fondé intrinsèque du progrès scientifique et technique. Ce phénomène dénote le redépassement d'une clôture entre les sciences et les sociétés, la production de savoir étant dès lors considérée comme une activité sociale à part entière et non une émanation d'une rationalité écrasant toutes les autres (Lévy-Leblond, 1996). Avec la forte demande sociale de réappropriation des avancées scientifiques qui est montée au cours du XXe siècle, « les scientifiques sont victimes de leur succès : ce qu'ils permettent de réaliser intéresse tout le monde » (Hottois, 2006, p. 29). La mise en débat des sciences dans l'espace social génère alors différentes formes de risque et d'incertitude – deux notions que nous distinguons d'ailleurs ultérieurement dans leur définition –, ou en tout cas les publicise, leur donnant une visibilité qui était jusque là confinée à la communauté scientifique. Les controverses socio-scientifiques catalysent ces incertitudes (Callon, Lascoumes & Barthe, 2001) et laissent apparaître une seconde brèche. En effet, si l'on est en droit de s'interroger sur les conséquences du progrès, quelle décision prendre alors au regard d'enjeux sociaux, économiques et environnementaux considérés comme prioritaires par rapport à l'impératif scientiste de l'innovation pour l'innovation ? Cette incertitude de la décision est d'autant plus vive que les processus de production technoscientifique s'accélèrent et se spécialisent. Ainsi « s'ajoutent toutes les incertitudes dues à la vitesse et à l'accélération des processus complexes et aléatoires de notre ère planétaire que ni l'esprit humain, ni un super-ordinateur, ni aucun démon de Laplace ne sauraient embrasser » (Morin, 2000). C'est en cela que les incertitudes technoscientifiques rejoignent l'incertitude épistémologique de la connaissance : au fur et à mesure que la prise en charge prétendument rationnelle des risques s'incarne via des dispositifs de calcul ou de délibération, la zone d'incertitude qui la jalonne s'agrandit proportionnellement, révélant au grand jour ce qui était encore sous-jacent lorsque les sciences seules avaient prétention à dire la vérité du monde.



ÉDUIQUER DANS UN MONDE INCERTAIN

Dans ce cadre, des voix se font entendre, appelant à des perspectives éducatives nouvelles qui permettraient aux citoyens de demain d'appréhender ces phénomènes et, surtout, d'être en capacité de les influencer. Morin (2000) considère notamment l'éducation à l'incertitude comme l'un des « 7 savoirs nécessaires à l'éducation du futur ». Dans cette optique, l'émergence des incertitudes est abordée comme une opportunité positive et non comme un effondrement : « les incertitudes sont des stimulants de l'attention, de la vigilance, de la curiosité, de l'inquiétude qui, à leur tour, stimulent de nouvelles stratégies cognitives » (Pena-Vega, 2014, p. 5). Sormany (1996) prône quant à lui un « partage de l'ignorance » comme colonne vertébrale de l'éducation scientifique. Considérer ces zones d'incertitudes dans le processus d'apprentissage, c'est aussi remettre l'éducation aux sciences en adhérence avec le monde social :

C'à quoi les futurs citoyens auront affaire, ce par rapport à quoi les exigences de la démocratie imposent qu'ils deviennent partie prenante n'a rien à voir avec les légendes dorées de la science faite. Ce à quoi ils devraient devenir capables de s'intéresser, c'est à la science "telle qu'elle se fait", avec ses rapports de force, ses incertitudes, les contestations multiples que suscitent ses prétentions, les alliances entre intérêts et pouvoir qui l'orientent, les mises en hiérarchie des questions, disqualifiant les unes, privilégiant les autres. C'est à partir de tout cela que se construit leur monde. (Stengers, 1997, p. 113)

L'introduction des questions socialement vives en classe est une des réponses possibles à ces enjeux. Parce qu'elles sont ouvertes, instables dans le temps et dans l'espace (Sadler & Zeidler, 2005), parce qu'elles impliquent plusieurs groupes sociaux dont les rationalités et les systèmes de valeurs diffèrent (Levinson, 2006) et parce qu'elles appellent davantage qu'une unique solution scientifique, les questions socialement vives sont « porteuses d'incertitudes » (Simonneaux & Legardez, 2011, p. 19). Ici, notre proposition vise donc à articuler la contextualisation des incertitudes technoscientifiques avec la didactique des questions socialement vives, dans le but d'outiller spécifiquement les enseignants pour le développement d'une éducation à l'incertitude.

IDENTIFIER ET CONTEXTUALISER LES FORMES D'INCERTITUDES SOCIO-EPISTEMIQUES

DEFINITIONS

Une tentation courante est d'amalgamer incertitudes et risques. Ils sont pourtant de faux-amis : l'incertitude est un état d'indétermination plus ou moins radicale tandis que le risque est un danger potentiel identifiable. Le terme de risque trouverait son origine



dans l'italien *risco*, lui-même issu du mot latin *resecum*, littéralement "ce qui coupe" (Dir. Rey, 2012). Le risque inclut de ce fait la possibilité ou l'éventualité d'un danger, d'un dommage auquel le sujet est exposé. Nos sociétés ont mis en place des dispositifs pour permettre d'anticiper, de mesurer et de réparer les risques du développement des technosciences. La multiplication des outils de calcul, de modélisation à grande échelle, d'évaluation des probabilités que tel ou tel événement survienne en fonction de telle ou telle variable – les modélisations géo-climatiques du GIEC en sont un des exemples les plus probants – illustre cette tentative de prise en charge rationalisée des risques. Cette prise en charge, ce « gouvernement des risques » (Jas & Boudia, 2015, p. 381), rejoint l'objectif d'acceptabilité sociale du développement cumulatif des technosciences. Le terme d'incertitude quant à lui, dans sa définition étymologique, est lié à son versant positif : ce qui relève de l'in-certaineté, du fait du préfixe négatif *in*, exprime donc le caractère de ce qui n'est pas indubitable (Dir. Rey, 2012). Alors, si les technosciences essayent d'internaliser les dangers potentiels de leur propre développement par des dispositifs de calcul et d'anticipation, elles n'ont pas pour autant annihilé les incertitudes qui les englobent. En effet, l'incertitude peut être mesurée encore moins précisément que le risque, car « on sait qu'on ne sait pas, mais c'est à peu près tout ce que l'on sait : il n'y a pas meilleure définition de l'incertitude » (Callon, Barthe & Lascoumes, 2001, p. 40).

DES FORMES D'INCERTITUDES SOCIO-EPISTEMIQUES

Notre proposition d'identification des formes d'incertitudes propres aux technosciences controversées croise trois regards en sociologie des sciences qui traitent explicitement de la notion d'incertitude (Beck, 2008 ; Callon, Barthe & Lascoumes, 2001 ; Chateauraynaud, 2008) auxquels s'ajoutent d'autres références qui la traitent de façon plus implicite (Bensaude-Vincent, 2003 ; Pestre, 2003). Plutôt qu'une typologie à visée exhaustive et normative, nous souhaitons ici proposer une identification ouverte et possible parmi d'autres de ces incertitudes que nous qualifions de socio-épistémiques.

Incertaineté épistémique

Cette première forme d'incertitude est relative à la nature des sciences : comme nous l'exposons en convoquant Bachelard (1969), il porte sur l'incapacité des connaissances scientifiques à revendiquer le statut de certitude sur le monde. Cette forme d'incertitude a toujours été constitutive de la démarche scientifique et n'est pas caractéristique de la période post-moderne en tant que tel. C'est davantage sa visibilité et sa conscientisation collective qui sont réellement nouveaux. L'incertitude épistémique est mêlée à d'autres formes d'incertitudes, celles des données et des sources par exemple, et en constitue souvent un des éléments déclencheurs.



Incertitude des effets

Le déclin du projet scientifique implique que les sciences « ne sont (...) plus uniquement la source des solutions aux problèmes, mais aussi et en même temps la source des problèmes eux-mêmes » (Beck, 2001, p. 343). Chose nouvelle, à l'auto-critique exercée par des sciences sur elles-mêmes s'ajoute une critique des sociétés vers les sciences. Une innovation technique ou une avancée scientifique n'est plus perçue comme une chose juste ou utile en soi, elle est avant tout soumise à l'exercice critique, à une inspection sociale réflexive, et véhicule une incertitude relative à ses potentiels effets futurs. La distinction entre incertitude et risque est ici à rappeler : dans le cas du nucléaire par exemple, les scientifiques sont capables de calculer le risque d'accident dans un réacteur en cas de séisme, de température élevée ou d'inondation et de dégager les conditions plus ou moins précises dans lesquelles ce danger potentiel pourrait advenir. Mais aucun calcul ne peut réellement identifier les effets sanitaires d'une explosion ou d'une fuite majeur d'un de ces réacteurs, ni leur coût économique. Les projections nécessaires au calcul de cette potentialité sont en effet trop incertaines pour être réellement soupesées. Nous nous situons donc bien dans ce cas dans le champ d'un état d'indétermination globale que nous pouvons qualifier d'incertitude.

Incertitude des décisions

Chateauraynaud convoque Lefort pour questionner la place de l'incertitude dans le système politique : « Tant que l'aventure démocratique se poursuit [...], le sens de ce qui advient demeure en suspens. La démocratie se révèle ainsi la société historique par excellence, société qui dans sa forme accueille et préserve l'indétermination, en contraste remarquable avec le totalitarisme qui, s'édifiant sous le sigle de la création d'un homme nouveau, s'agence en réalité contre cette indétermination, prétend détenir la loi de son organisation et de son développement » (Lefort, 1986, cited in Chateauraynaud, 2008, p. 13). La forme d'incertitude que nous appelons ici l'incertitude des décisions intervient en effet sur le plan politique. La volonté de réappropriation sociale du progrès scientifique et les modalités de cette réappropriation ouvrent de vastes espaces de débats. A l'instar des forums hybrides théorisés par Callon, Lascoumes et Barthe (2001) et d'autres dispositifs effectifs telles que les conférences de citoyen mises en œuvre à la fin des années 1990 en France autour de la controverse des Organismes Génétiquement Modifiés, divers modes de délibération ont été proposés pour mettre le futur des sciences en débat. S'il existe donc une incertitude sur les formes de décision qui peuvent répondre aux attentes sociales, le questionnement porte également sur les champs d'action et les valeurs qui sous-tendent ces décisions. Beck situe deux perspectives pour orienter les décisions : l'une est de supprimer les causes elles-mêmes des risques engendrés par les mutations technoscientifiques, l'autre est de prendre en charge les symptômes et les conséquences des mutations. Pour le sociologue, la seconde piste était jusqu'alors privilégiée, à tort, parce qu'elle permettrait notamment d'occulter la première sans régler fondamentalement le problème. Si nous réutilisons l'exemple de



l'énergie nucléaire, la première option serait dans ce cas de trouver une alternative à cette forme de production énergétique afin de pouvoir s'en passer et de supprimer ainsi les risques engendrés. La seconde option serait plutôt de mesurer ces risques et d'en traiter les symptômes, ce qui est l'option poursuivie en France actuellement : enfouissement géologique profond des déchets nucléaires à haut niveau de radioactivité ou à durée de vie longue, innovations technologiques pour mieux protéger les réacteurs, procédures d'alertes pour prendre en charge les conséquences sanitaires d'un accident potentiel, etc. L'incertitude des décisions porte donc à la fois sur ses modalités, mais aussi ses champs d'influence et ses légitimités. Comment apporter le plus démocratiquement possible une réponse à une controverse socio-scientifique ? Avec quel processus d'interaction et de décision ? A propos de quels champs d'action ? Et surtout, en fonction quelles valeurs et finalités sociales peut-on alors les légitimer ?

Incertitude des données et des sources

Le processus de production des connaissances scientifiques est marqué par une double évolution : les connaissances et les données sur lesquelles elles s'appuient se complexifient et se spécialisent progressivement. Dans le contexte de la société du risque, le doute épistémologique propre à la nature des sciences s'est élargi à la société toute entière : « Les argumentations scientifiques [...] semblent avoir perdu en se généralisant l'aura d'autorité rationnellement inattaquable, et devenir socialement disponibles. [...] Que les assertions scientifiques ne soient plus sacrosaintes mais puissent être contestées dans la vie de tous les jours ne signifie rien d'autre que le fait que le doute systématique, privilège structurel du discours scientifique, n'est plus l'apanage de la science » (Bonß & Hartman, 1985, cited in Beck, 2008, p. 369). A travers les catalyseuses d'incertitudes que sont les controverses, la multiplication des contre-expertises illustre cette tendance. Au sein de la controverse du nucléaire, des données contradictoires à propos du même objet co-existent et sont produites par des sources en situation de concurrence, scientifiquement parlant. La Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité (CRIIRAD) ainsi que des Organisation Non-Gouvernementales comme Greenpeace publient régulièrement des résultats visant à contredire les analyses des instances institutionnelles telles que l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) ou l'entreprise Électricité de France (EDF). Dans les débats se tenant au sein de l'espace public français à propos du nucléaire, les discussions voient ainsi s'affronter des arguments de fond, des systèmes de valeurs, des postures politiques, mais aussi des auto-attributions de légitimité scientifique quant aux données utilisées. Si cette incertitude tient en partie du fait de la démythification de la parole scientifique, elle doit aussi quelque chose à la révélation des conflits d'intérêts existants entre certaines parties prenantes : les entreprises multinationales mènent des actions de lobbying pour faire produire des données scientifiques sous le masque de la neutralité méthodologique ; certains journalistes ou experts entretiennent des liens étroits avec des acteurs scientifiques sans les expliciter auprès de leurs interlocuteurs ; des responsables politiques prennent position dans des controverses en utilisant des arguments dont la source partage avec eux un certain intérêt ; etc. Dans ces situations où les réseaux

d'arguments sont complexes, il existe donc une forte incertitude portant sur le contexte dans lesquelles les sources et les données sont produites et utilisées, selon des orientations politiques plus ou moins transparentes.

Incertitude des acteurs

Le premier aspect de cette forme d'incertitude porte sur l'émergence de nouveaux acteurs dans le débat socio-scientifique. La controverse est un « mode d'exploration » (Callon, Lascoumes & Barthe, 2001, p. 50) de l'espace social et met au jour les « débordements » de l'évolution des technosciences. Des parties prenantes qui n'étaient jusqu'alors pas considérées comme des interlocuteurs légitimes par les scientifiques et les politiques font leur apparition : riverains, associations de consommateurs, contre-experts, collectifs informels et éphémères créés autour d'un intérêt commun, s'invitent dans les échanges et mettent en place leur propre balistique argumentative (Chateauraynaud, 2011). Les débats de rationalité qui en résultent soulèvent un second aspect, celui de la responsabilité de ses acteurs. Qui est responsable d'une conséquence imprévue ? D'un danger identifié sous la forme d'un risque mais sous-estimé jusqu'alors ? Réutilisons l'exemple du nucléaire : dans l'explosion de deux réacteurs de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi en 2011, quel acteur peut être considéré comme responsable et dans quelle mesure ? Est-ce l'opérateur Tepco qui n'a pas assez renforcé les infrastructures de sa centrale au vu des risques naturels qui pesaient sur le site ? Est-ce l'État japonais critiqué pour sa gestion de crise une fois la catastrophe survenue ? Sont-ce les services de surveillance sismique qui n'ont pas pu anticiper l'ampleur du tsunami qui a endommagé la centrale ? Nous pourrions prolonger ces interrogations – et ces débats ont d'ailleurs largement traversé la société japonaise suite à la catastrophe – et en discuter longuement sans forcément pouvoir y répondre avec certitude. Il est d'ailleurs impossible d'anticiper ces questions tant elles semblaient initialement improbables, quand la probabilité d'un tel accident n'était qu'un chiffre minoré parmi un ensemble de risques : nous sommes bien là dans le registre d'une indétermination générale. En outre, le débordement social et politique provoqué par les controverses reconfigure le rapport à l'expertise et à la prise de décision : « les sciences se trouvent ainsi de moins en moins en mesure de satisfaire à l'exigence de certitude des commanditaires soumis à la pression de la décision. Avec la généralisation du faillibilisme, la science transfère ses doutes du côté des utilisateurs et les contraint ainsi à assumer de surcroît la réduction de l'incertitude nécessaire à l'action » (Beck, 2001, p. 384). Si effectivement les politiques en responsabilité opèrent une dévolution du sens de la production scientifique, notamment en mobilisant différentes formes d'expertise, les acteurs sociaux, qu'ils soient citoyens, politiques, contre-experts, etc, investissent eux-mêmes l'espace resté vaquant et les incertitudes qui l'englobent. Les conflits de valeurs qui en résultent créent par conséquent de l'incertitude. Ainsi, « in discussing contemporary controversial issues, then, we are often dealing with concepts that are contentious, indeterminate, and unstable – democracy, citizen, gene, disease, (controversy) – and therefore using contemporary critical standards of verification is, at the very least, problematic » (Levinson, 2006, p. 1206). L'intervention d'un acteur dans



une controverse sous-tend ainsi des motivations et des justifications en terme de valeurs, d'intérêts et de légitimités qui ne peuvent pas être précisément déterminés à l'avance. Notons que cette dimension est également reliée à l'incertitude des données et des sources : la place qu'occupe un acteur dans une controverse est en partie provoquée par les types d'arguments mis en jeu, ou, en rétroaction, influence les types d'arguments qui seront mobilisés.

Incertain de l'incertain

Nous l'avons dit, la question de la responsabilité des sciences n'appartient plus aux scientifiques, elle appartient aux communautés socio-politiques concernées. Dans les critiques qui s'exercent, quelles que soit leur nature, interviennent à la fois des arguments épistémologiques comme des arguments moraux, économiques, politiques, etc. Sur quels contours doit s'exercer la mise en culture des sciences (Lévy-Leblond, 1996), ou ici sa mise en critique ? Quelle critique des technosciences est légitime et laquelle ne l'est pas, au regard de quels critères ? Dans cette incertitude réflexive se cache aussi une incertitude ontologique : « cet état transitoire nous oblige à vivre en sachant que cette incertitude est maintenant un élément essentiel de nos vies. Mais, tout de même, n'a-t-elle pas toujours fait partie de l'expérience humaine ? » (Montuori & Khalifa, 2014, p. 179) De surcroît, notre modeste proposition d'identification de ces formes d'indétermination se heurte elle-même à ses limites épistémologiques. D'autres formes n'ont peut-être pas été identifiées, car notre subjectivité intrinsèque, l'évolution dynamique des régimes des technosciences ou notre parti pris théorique nous en auraient empêchés. Tout comme le programme fort de l'École d'Édimbourg s'appliquait à lui-même le principe de symétrie (Bloor, 1982) et reconnaissait que la pertinence scientifique de sa théorie était soumise à des déterminations socio-culturelles, je suis bien obligé de reconnaître qu'il existe aussi une incertitude des incertitudes.

DES ENSEIGNANTS DEMUNIS FACE AUX INCERTITUDES DES TECHNOSCIENCES

LES DIFFICULTES D'UN BASCULEMENT

L'introduction des questions socialement vives à l'école matérialise ces différentes formes d'incertitude au sein de l'espace scolaire. Le basculement proposé par ce type d'enseignement réside dans le rapport à l'acquis, et en filigrane à la certitude scientifique : quand l'enseignement cartésien classique vise à mobiliser un ensemble de savoirs déjà établis et présentés comme certains, l'enseignement des questions socialement vives invite au contraire à explorer des questions ouvertes qui ne se satisfont pas d'une réponse fondée sur une unique légitimation épistémologique. Alors, si « un pacte



d’instruction mobilisateur ne se bâtit pas sur une liste a priori de savoirs (ou plus généralement, d’œuvres), mais sur une liste de questions » (Chevallard, 1997, p. 5), c’est toute la représentation de la nature des sciences dans le processus d’apprentissage qui s’en trouve modifiée. Là se situe un nœud majeur de l’évolution de l’éducation aux sciences. Dans l’enseignement des questions socialement vives, la prééminence de toutes ces incertitudes pose problème et se confronte à une forte inertie dans le rapport à la certitude scientifique. Albe et Simonneaux (2002, p. 149) relèvent ainsi l’appréhension négative ressentie lorsqu’il s’agit effectivement d’introduire ces questions ouvertes en classe : « enseigner des sciences c’est enseigner des faits, des certitudes, [les questions socialement vives] impliquent de s’aventurer sur des registres pour lesquels [les enseignants] ne se sentent aucune légitimité ». Dans un contexte anglo-saxon, Levinson (2004) souligne par ailleurs que les enseignants des sciences expérimentales s’appuient grandement sur les savoirs établis et laissent une visibilité très faible aux incertitudes dans la manière dont ils travaillent les sciences avec leurs élèves, ce qui serait moins le cas chez les enseignants de sciences sociales. De surcroît, Simonneaux et Simonneaux (2006) notent une ambivalence apparente chez les enseignants de sciences des filières agricoles. Une grande majorité de l’échantillon d’enseignants qu’ils ont interrogé considère à la fois que la recherche scientifique est créatrice de vérités potentielles et de bénéfices pour la société, tout en reconnaissant que cette même recherche crée des risques et des incertitudes. En somme, les représentations enseignantes font co-exister une intentionnalité d’enseignement des incertitudes inhérentes aux technosciences avec un attachement très fort à la prétendue certitude des savoirs scientifiques établis, ce qui constitue une certaine injonction paradoxale. Peut-on expliquer cette ambivalence par un besoin psychologique de sécurité cognitive nous amenant à une forme d’« addiction aux certitudes » (Favre, 2013) ? Ou par une tradition cartésienne qui, dans les cursus français d’enseignement scientifique notamment, présente essentiellement des savoirs sédimentés révélateurs de la conception d’une science-vérité (Albe, 2009) ? Quoi qu’il en soit, à partir de ce constat, la didactique des questions socialement vives représente pour nous une porte d’entrée particulièrement utile pour comprendre la manière dont ces formes d’incertitudes sont appréhendées par les enseignants.

INCERTITUDES ET RISQUES D’ENSEIGNER LES QUESTIONS SOCIALEMENT VIVES : UN ENJEU CRUCIAL DE LA FORMATION DES ENSEIGNANTS DE SCIENCES

Nous l’avons vu, enseigner des questions vives empruntées d’incertitudes n’est pas sans provoquer un certain nombre de difficultés, qui se présentent comme autant de risques (Legardez & Simonneaux, 2006). Risque normatif ou au contraire risque nihiliste, risque de réchauffement ou de refroidissement de la question, risque de neutralisation des incertitudes constituent les écueils possibles de la mise en œuvre d’une éducation à l’incertitude qui n’aurait pas intégré la nécessité d’adapter les stratégies didactiques à la nature des questions enseignées. De ce point de vue, l’enjeu de la formation des



enseignants se révèle crucial en didactique des questions socialement vives : « les enseignants scientifiques se retrouvent sollicités sur les faits et les incertitudes des savoirs impliqués et interpellés sur les répercussions de ces savoirs. Ceci impose de mettre l'accent sur la formation socio-épistémologique des enseignants en sciences » (Albe & Simonneaux, 2002, p. 150). Cet enjeu concerne également d'autres approches en sciences de l'éducation – inquiry based-learning et citizenship education notamment - qui cherchent à faire converger leurs modèles, notamment au sein du projet PARRISE, pour proposer des pratiques de formation des enseignants mieux adaptées à la nature des technosciences et aux attentes sociales, avec une finalité d'empowerment (Levinson et al., 2014). Mais avant de penser la manière de former les enseignants à cette adaptation, il nous a semblé essentiel de proposer un cadre théorique souple mais structurant de compréhension des formes d'incertitudes en jeu dans les controverses socio-scientifiques et les technosciences en général. Il s'agira ensuite d'interroger plus finement la façon dont les enseignants de sciences appréhendent ces incertitudes, c'est-à-dire comment ils les vivent et les expriment, à partir d'une recherche empirique et d'une question vive spécifique qui nous servirait de support. Ce travail de compréhension vise finalement à poser un jalon parmi d'autres d'une formation à l'enseignement des sciences prenant place dans un monde incertain, pour des professionnels de l'éducation ayant bien davantage besoin d'outils d'exploration et d'enquête que de contenus prêt-à-enseigner.

REFERENCES

- ALBE, V. (2009). *Enseigner des controverses*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.
- ALBE, V., & SIMONNEAUX, L. (2002). L'enseignement des questions scientifiques socialement vives dans l'enseignement agricole : Quelles sont les intentions des enseignants ? *Aster Sciences, Techniques et Pratiques Professionnelles*, 34, 131–156.
- BACHELARD, G. (1969). *Essai sur la connaissance approchée*. Librairie philosophique J. Vrin.
- BECK, U. (2001). *La société du risque. Sur la voie d'une autre modernité*. Paris : Aubier.
- BENSAUDE-VINCENT, B. (2003). *La science contre l'opinion : histoire d'un divorce*. Paris : Le Seuil.
- BLOOR, D. (1982). *Sociologie de la logique ou les limites de l'épistémologie*. Paris : Pandore.
- CALLON, M., LASCOUMES, P., & BARTHE, Y. (2001). *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*. Paris : Le Seuil.



- CHATEAURAYNAUD, F. (2008). Les figures de l'incertitude dans les controverses publiques autour des risques collectifs. Conférence présentée au *Séminaire RISCO*. Toulouse, France.
- CHATEAURAYNAUD, F. (2011). *Argumenter dans un champ de forces : Essai de balistique sociologique*. Paris : Editions Pétra.
- CHEVALLARD, Y. (1997). Questions vives, savoirs moribonds : le problème curriculaire aujourd'hui. Communication présentée au colloque *Défendre et transformer l'école pour tous*. Marseille, France.
- FAVRE, D. (2013). *L'addiction aux certitudes : Ce qu'elle nous coûte et comment s'en sortir*. Gap : Yves Michel.
- FUNTOWICZ, S. O., & RAVETZ, J. R. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, 25(7), 739–755.
- HOTTOIS, G. (2006). La technoscience : de l'origine du mot à ses usages actuels. *Recherche En Soins Infirmiers*, 86(3), 24–32.
- JAS, N., & BOUDIA, S. (2015). Gouverner un monde dangereux. Les risques techniques, sanitaires et environnementaux. In C. BONNEUIL & D. PESTRE, *Histoire des sciences et des savoirs. Le siècle des technosciences (381-397)*. Paris : Le Seuil.
- LEGARDEZ, A., & SIMONNEAUX, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité*. Dijon : Éducagri Éditions.
- LEVINSON, R. (2004). Teaching bioethics in science: Crossing a bridge too far? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4(3), 353–369.
- LEVINSON, R. (2006). Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scientific Issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201–1224.
- LEVINSON, R. et al. (2014). *SSIBL framework (Socio-Scientific Inquiry Based-Learning)*. PARRISE project. Europe.
- LEVY-LEBLOND, J.-M. (1996). *La pierre de touche : la science à l'épreuve*. Paris : Gallimard.
- MONTUORI, A., & KHALIFA, J.-C. (2014). Créativité et complexité en temps de crise. *Communications*, 95(2), 179–198.
- MORIN, E. (1986). *La méthode : 3, La connaissance de la connaissance*. Paris : Le Seuil.
- MORIN, E. (2000). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Paris : Le Seuil.
- PENA-VEGA, A. (2014). À l'épreuve des incertitudes. *Communications*, 95(2), 5–8.
- PESTRE, D. (2003). *Science, argent et politique : un essai d'interprétation*. Paris : Éditions Quae.
- REY, A. (2012). *Le Dictionnaire Historique de la langue française*. Paris : Le Robert.



- SADLER, T. D., & ZEIDLER, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138.
- SIMONNEAUX, L., & LEGARDEZ, A. (2011). *Développement durable et autres questions d'actualité*. Dijon : Éducagri Éditions.
- SIMONNEAUX, L., & SIMONNEAUX, J. (2006). How do French teachers perceive their role in the teaching of controversial socio-scientific issues? Communication presented in the *Narst Conference*. San Francisco, United-States of America.
- SORMANY, P. (1996). La vulgarisation : un partage de l'ignorance. *Québec Français*, 102, 64–67.
- STENGERS, I. (1997). *Sciences et pouvoirs. Faut-il en avoir peur ?* Bruxelles : Labor.

*

Received: April 6, 2017

Final version received: June 21, 2017

Published online: June 30, 2017

