



Contribution à l'élaboration d'un “ code déontologique ” pour enseigner les sciences en démarche d'investigation

Estelle Blanquet, Eric Picholle

► To cite this version:

Estelle Blanquet, Eric Picholle. Contribution à l'élaboration d'un “ code déontologique ” pour enseigner les sciences en démarche d'investigation . Formation et pratiques d'enseignement en questions, 2015, Ethique et déontologie professionnelle des enseignants, 20, pp.205-219. hal-01350766

HAL Id: hal-01350766

<https://hal.science/hal-01350766>

Submitted on 1 Aug 2016

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.

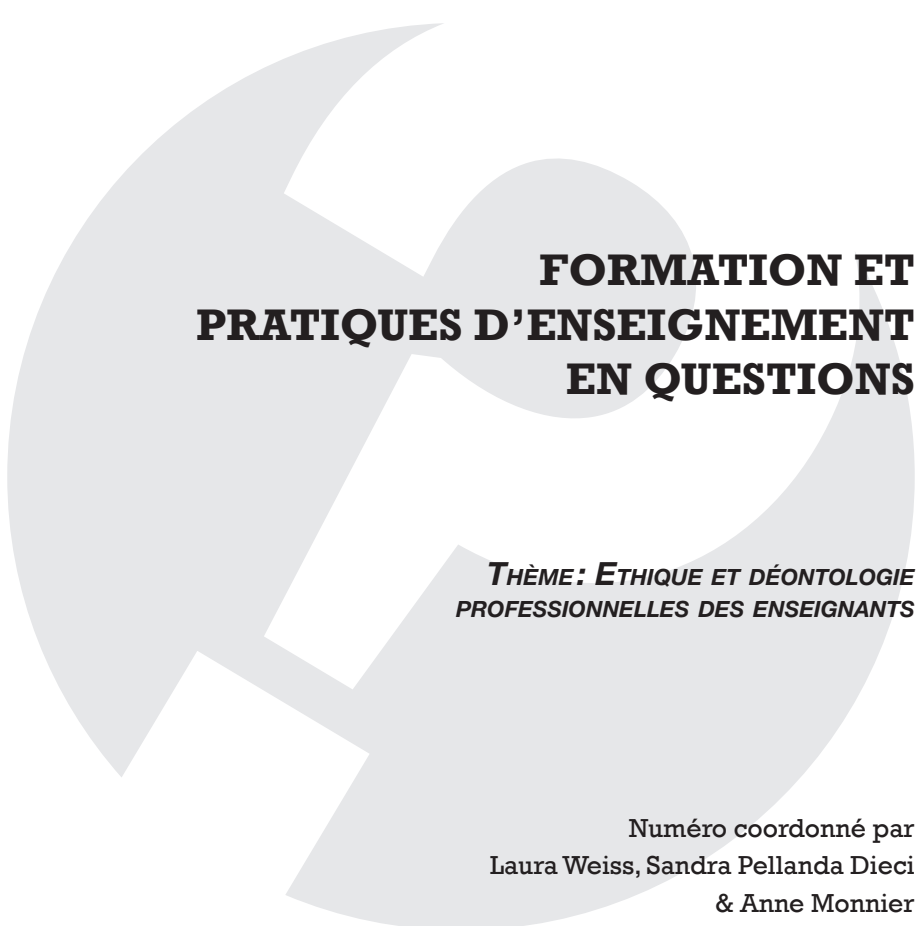
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Ethique et déontologie professionnelles des enseignants

ECOLE
ETHIQUE
SOCIÉTÉ
CONSCIENCE
ETHIQUE
CONFRONTATION
CONDUITE
DEONTOLOGIE
DILEMMES
INSTITUTION
VALEURS
PROFESSION
TRANCHER
AUTORITÉ
PARTAGE
ENSEIGNANTS
EXERCICES
CONSCIENCE
ESPRIT
RESPECT
SOCIÉTÉ
ENSEIGNEMENT
ETHIQUE
ECOLE
DEONTOLOGIE
VALEURS
PROFESSION
CONDUITE
DEONTOLOGIE
METIER





FORMATION ET PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT EN QUESTIONS

***THÈME: ETHIQUE ET DÉONTOLOGIE
PROFESSIONNELLES DES ENSEIGNANTS***

Numéro coordonné par
Laura Weiss, Sandra Pellanda Dieci
& Anne Monnier

Numéro 20, 2015



Contribution à l'élaboration d'un «code déontologique» pour enseigner les sciences en démarche d'investigation

Estelle BLANQUET¹ (Laboratoire Cultures, Education, Sociétés (LACES), ESPE d'Aquitaine, Université Bordeaux et Centre de Recherches en Histoire des Idées (CRHI), Université de Nice Sophia Antipolis, France) et **Eric PICHOLLE**² (Centre d'Analyse des Processus d'Education et de Formation (CAPEF), Université de Nice Sophia Antipolis et LPMC, UMR 7336, CNRS, Université de Nice Sophia Antipolis, France)

L'intégrité de la recherche scientifique passe en particulier par de «bonnes pratiques» relatives aussi bien à l'expérimentation qu'à la manipulation ou à la communication des données. Souvent implicites pour le chercheur professionnel, elles méritent en revanche d'être explicitées pour les élèves de l'école primaire abordant la science dans des «démarches d'investigation» et pour leurs enseignants, *meneurs de jeu* de ces D.I. Nous formulons ici dix «commandements» susceptibles de fournir la base d'un «code déontologique» de la pratique de la démarche d'investigation à l'école primaire, voire au-delà.

Mots clés : Démarche d'investigation, école primaire, enseignement des sciences, formation des enseignants, intégrité.

Introduction

Enseigner les sciences, ce n'est pas seulement transmettre un savoir. C'est aussi, surtout peut-être, transmettre, d'une part, une méthode et d'autre part une (auto-) discipline intellectuelle. Comme souvent en matière morale, cette dernière se transmet autant – sinon bien plus – par l'exemple que par injonctions. C'est tout particulièrement vrai à l'école primaire, où l'enseignant fait figure de modèle indépassable.

Or c'est principalement lors de démarches d'investigation (D.I.) que les élèves du primaire peuvent observer leurs maîtres aux prises avec la méthode scientifique. Cette méthode d'enseignement, ou du moins ses aspects manipulatoires, est en effet aujourd'hui prédominante dans l'enseignement des sciences au primaire et au delà. Plurielle, la démarche d'investigation peut être décrite et définie de multiples façons (Calmettes, 2012 ; Appleton,

1. Contact : estelle.blanquet@unice.fr

2. Contact : eric.picholle@unice.fr



2007). De nombreux didacticiens s'accordent cependant à la caractériser comme une pédagogie du questionnement dans laquelle l'élève co-construit, souvent à travers l'expérimentation, des savoirs d'ordre scientifique, l'enseignant se faisant guide et accoucheur, « meneur de jeu » plutôt que figure d'autorité détentrice du savoir. Ce type de situations d'enseignement constitue le champ d'application du présent article, à l'exclusion des *investigations* relevant d'un contexte de recherche professionnelle. Nous nous intéressons tout particulièrement aux D.I. menées à l'école primaire et relevant de la physique, de nature expérimentale pour l'essentiel, les programmes de l'école primaire française faisant la part belle à l'expérimentation.

La démarche d'investigation présente de multiples facettes, y compris du point de vue éthique et déontologique (Harlen, 2012). Nous la considérons ici au travers du seul prisme des « bonnes pratiques scientifiques » (Babbage, 1830). Au cours d'une séquence en D.I., l'intégrité scientifique va bien au-delà du fait de ne pas mentir ou *tricher*, comme dans n'importe quelle autre discipline. Elle implique aussi par surcroît de ne pas se laisser aller à fonder un discours sur un argument d'autorité ou sur une simple opinion, de ne pas se contenter d'un résultat expérimental non étayé, de documenter aussi consciencieusement ses échecs que ses réussites ; au-delà de la quête d'efficacité, ces éléments de méthode sont constitutifs d'une authentique éthique scientifique, qui s'impose d'ailleurs également aux chercheurs professionnels (CNRS, 2014).

De telles tentations sont souvent plus fortes encore pour le meneur de jeu, qui connaît déjà les résultats et les conclusions attendus et doit en outre composer avec des contraintes de temps, de gestion du groupe, etc., que pour les simples participants. Or si les valeurs d'intégrité scientifique se transmettent avant tout par l'exemple, c'est aussi le cas de la désinvolture à leur égard (Andler et al., 2002).

On tentera donc de dégager ici quelques éléments d'une sorte de « code de déontologie scientifique » à l'usage des meneurs de démarches d'investigation à l'école primaire. Leur dérivation, que nous ne développerons pas dans ce bref article, passe d'abord par l'analyse d'un vaste corpus d'histoire et de philosophie des sciences, ainsi que de textes de scientifiques notables et de préconisations actuelles à destination des chercheurs professionnels ; puis par leur adaptation au niveau des élèves du primaire et leur reformulation, *mutatis mutandis*, à destination de leurs maîtres (Blanquet, 1994).

« Bonnes » versus « mauvaises » pratiques : tricher n'est pas jouer

La tradition française d'enseignement des sciences a longtemps parié sur l'exemplarité des *bonnes pratiques* de quelques expérimentateurs réputés idéaux, souvent positivistes, comme Claude Bernard en biologie, plutôt que sur la mise en garde contre les mauvaises pratiques les plus courantes. Ce n'est pas le cas de la tradition anglo-saxonne qui, depuis Charles Babbage en particulier, s'est attachée à dresser une typologie des mauvaises



pratiques scientifiques, que l'anglais désigne sous le terme générique de « fraudes » (*fraud*), dans un sens plus large que l'acception française de ce terme.

Parmi elles, le *faux* (*forging*) correspond à une fraude caractérisée et consiste à rapporter des données qu'on a purement et simplement inventées, en totalité ou en partie ; ou même de prétendues expériences, observations ou découvertes qui n'ont jamais été réalisées. Plus généralement, dans le cadre d'une démarche d'investigation, on pourrait y associer toutes les pratiques revenant à nier l'évidence, mentir, tricher, fausser ses résultats pour avoir raison à tout prix, etc. Celles-ci ne sont pas plus acceptables en physique que dans les autres disciplines.

Exemple : Un groupe d'enseignants en formation mesure l'évolution de la température de l'eau contenue dans un tube placé dans un mélange réfrigérant. Il omet pendant les premières minutes de l'expérience de relever la température du mélange réfrigérant et construit les points manquants dans le prolongement des points existants. Pris sur le fait par le formateur, ils explicitent leur motivation, obtenir une courbe complète comme les autres groupes, sans percevoir dans un premier temps le caractère frauduleux de leur manœuvre, la conviction que les valeurs imaginées sont effectivement celles qu'ils auraient trouvées en réalisant les mesures suffisant justifiant pour eux leur artifice.

Plutôt que l'intégrité scientifique, le faux met en cause l'intégrité personnelle de son auteur. Il pourrait relever d'un code général de bonne conduite plutôt que d'un code spécifiquement scientifique et nous ne l'envisagerons ici que pour noter que sa sanction scientifique ne doit pas (ou pas seulement) se situer sur le plan moral ou disciplinaire, mais impliquer la disqualification du discours du faussaire pour l'activité scientifique concernée, quelles que puissent être par ailleurs la qualité et la justesse de son travail ou de ses interventions.

Babbage distingue le *canular* (*hoax*) du faux : ce dernier lui est similaire mais l'intention est différente. Alors que le faussaire cherche à ne jamais être découvert, l'auteur d'un canular prévoit *a priori* de le dévoiler après un temps, souvent pour ridiculiser ceux qui y auront cru. Cette intention pouvant évoluer au fil du temps, un canular qu'on avait initialement l'intention de révéler le moment venu se transformant en faux lorsque son auteur renonce à l'assumer. Un exemple classique est celui de « l'homme de Piltdown ».³

3. En 1913, le jeune Pierre Teilhard de Chardin, participant avec un fameux paléontologue, le Pr. Woodward, à une expédition visant à découvrir les restes du supposé « chaînon manquant » entre le singe et l'homme, « découvrit » opportunément des fragments de crâne répondant idéalement aux attentes du scientifique – mais dont on sait aujourd'hui qu'ils avaient été prélevés dans une collection. Aussitôt proclamée, la découverte fit grand bruit et suscita une intense polémique. Même si le faux était sans doute à l'origine un simple canular, le faussaire ne l'avoua jamais formellement, probablement du fait des proportions inattendues prises par l'affaire et du coup que l'aveu aurait alors porté au prestige de Woodward. Voir par ex. Stephen Jay Gould. « L'Affaire de l'homme de Piltdown », in *Le Pouce du panda – les grandes énigmes de l'évolution*, Paris, Bernard Grasset, 1982.



Babbage inclut enfin parmi les fraudes scientifiques des pratiques plus spécifiques, la « réduction » et le « rabotage » des données, que nous envisageons plus bas.

C'est dans cette tradition que nous nous inscrirons, en ajoutant aux « mauvaises pratiques » bien identifiées de la recherche scientifique, adaptées au contexte de la démarche d'investigation à l'école, quelques autres d'ordre pédagogique, relatives en particulier à la nécessaire exemplarité de l'enseignant.

Dix commandements pour le meneur de jeu d'une D.I. intègre

Comment lors d'une démarche d'investigation un enseignant peut-il être sûr de transmettre un modèle de rapport à la science qui soit sain ? Nous proposons dix commandements à respecter pour l'enseignant qui s'engage avec ses élèves dans une démarche d'investigation.

Tableau 1 : Dix commandements à respecter par l'enseignant dans une D.I.

Premier commandement :

Tu banniras l'argument d'autorité.

Deuxième commandement :

Tu n'invoqueras pas en vain le nom de la science.

Troisième commandement :

La primauté à l'expérience tu accorderas.

Quatrième commandement :

Le même standard qu'à tes participants tu t'appliqueras.

Cinquième commandement :

Tes expériences tu mèneras à leur terme, sans raccourci ni impasse.

Sixième commandement :

Tu ne tolèreras pas la falsification de données.

Septième commandement :

Les conclusions de toute expérience tu institutionnaliseras.

Huitième commandement :

Tu veilleras à la précision des propositions et à la justesse de leur niveau de généralité.

Neuvième commandement :

Les idées des participants sans parti pris tu envisageras.

Dixième commandement :

Tu accorderas toute ton attention à la formulation de tes questions ; tu chorégraphieras soigneusement tes séquences en investigation.

Au-delà de la forme ludique d'un tel « code » de la démarche d'investigation, chacun de ces « commandements » repose sur des éléments de scientificité cruciaux, et néanmoins accessibles et reconnaissables par les jeunes élèves, dès lors qu'on les aide à en prendre conscience. Ils seront élucidés dans les parties suivantes.



Etablir une relation saine à la science

Tu banniras l'argument d'autorité

La science moderne s'est bâtie, depuis Galilée et Descartes, sur le refus de l'argument d'autorité, à commencer, à l'époque, par celle de l'Eglise – qui la caractérise et la différencie des accès à la connaissance scolastiques et mystiques. C'est l'un des tout premiers enjeux de l'apprentissage de la science à l'école, et tout particulièrement de toute démarche d'investigation.

L'argument d'autorité consiste à justifier un propos par l'autorité de celui qui le défend (e.g. «je sais forcément mieux que toi parce que je suis plus grand»), ou d'une autorité dont il se réclame (e.g. les parents, le maître, un livre, ou même le sens commun).

Cet argument n'est jamais suffisant et presque toujours invalide dans le cadre d'une démarche scientifique. Un scientifique professionnel peut certes parfois sembler se contenter d'une référence, *i.e.* d'un argument d'autorité, pour justifier rapidement une hypothèse. Mais il est alors implicite d'une part que la moindre contestation entraînera un examen détaillé des arguments contenus dans cette référence et, d'autre part, que la validité de l'hypothèse est alors subordonnée à celle de la référence.

Tu n'invoqueras pas en vain le nom de la science

Si l'on sait quelque chose scientifiquement, ce n'est donc pas parce que «c'est scientifique» *a priori* ou que «les scientifiques savent bien que» mais parce qu'on l'a établi par une démarche démontrablement scientifique, répondant à des *critères de scientificité* consensuels. La science n'est alors pas invoquée comme un argument-massue pour asseoir une assertion mais comme une méthode notoirement efficace répondant à un jeu de critères qui en assure la scientificité.

Invoquer le nom de la science pour s'en réclamer comme d'un argument d'autorité, ou même comme d'un corpus figé de connaissances, est souvent contre-productif et sape l'idée d'une *méthode* scientifique applicable à tous les niveaux y compris à l'école primaire.

La primauté à l'expérience tu accorderas

Un corollaire du refus de l'argument d'autorité est la nécessité de faire appel à un autre moyen pour valider : l'expérimentation. «Comment savoir ? On essaie !» doit être le leitmotiv de toute démarche d'investigation. Ainsi, lorsqu'un fait dûment établi par l'expérience apparaît en contradiction avec un discours, aussi prestigieux et assuré soit-il, c'est l'expérience qui prime jusqu'à preuve du contraire et justification de son invalidation.

Cependant cela ne va pas toujours de soi. Certains savoirs établis ont un tel poids culturel qu'ils en viennent à apparaître comme des évidences incontestables même en présence d'une expérience contraire. Ainsi, il n'est pas rare que, alors que des thermomètres imparfaits ou mal utilisés indiquent



de façon stable une valeur de 1°C ou 2°C pendant la phase de changement d'état lors d'une expérience de solidification de l'eau, des enseignants bien intentionnés n'hésitent pas à en *conclure* que « l'eau gèle à 0°C, comme chacun le sait ». Un autre exemple classique est celui du mouvement du Soleil dans le ciel, effectivement observé par les élèves en contradiction avec l'idée souvent imposée que « c'est la Terre qui tourne autour du Soleil, qui est fixe ». Si de telles contradictions sont souvent faciles à résoudre à l'aide de quelques précautions de formulation, elles ne doivent en aucun cas être purement et simplement négligées. Typiquement, il suffira de conclure de l'expérience que « l'eau gèle autour de 1°C », ce qui permet ensuite de la compléter par l'assurance que, avec du meilleur matériel, on obtient habituellement la valeur de 0°C. Ou encore de parler du mouvement du Soleil dans le ciel, « apparent depuis la cour de l'école », formulation prudente inattaquable même si l'on ne souhaite pas s'engager dans la problématique du *point de vue* en astronomie.

Le même standard qu'à tes participants tu t'appliqueras

Le principe même de la démarche d'investigation abolit le statut d'expert de l'enseignant. Tous les commandements, et d'une façon générale toutes les contraintes qu'il impose à ses élèves, s'appliquent à lui de la même façon qu'aux participants.

S'en exonérer reviendrait à créer un double standard. Le meneur de jeu laisserait alors entendre que les règles ne s'appliquent qu'aux simples participants et qu'il suffit de devenir soi-même assez grand (ou de *prendre du galon* et devenir meneur de jeu) pour ne plus avoir à les suivre. Le risque est alors que l'idéal du scientifique devienne pour les petits... celui d'être habilité à ne pas suivre la démarche scientifique !

On voit que les quatre premiers commandements du meneur de jeu d'une démarche d'investigation portent sur sa propre posture à l'égard de la science et visent avant tout à en assurer la cohérence avec le discours méthodologique sous-jacent comme avec les pratiques imposées aux simples participants.

Mener des expériences intégralement

Tes expériences tu mèneras à leur terme, sans raccourci ni impasse

Pour le scientifique, l'expérimentation est le moyen privilégié pour valider ses hypothèses, au cœur de la démarche d'investigation. S'assurer de la fiabilité des résultats des expériences est une condition requise pour en tirer des conclusions pertinentes. Elle passe par des expériences menées à leur terme, sans raccourci ni impasse. Une attitude désinvolte vis-à-vis de l'expérimentation est donc à proscrire. Le meneur de jeu doit en particulier s'astreindre à vérifier expérimentalement la reproductibilité et la robustesse d'une expérience (Blanquet & Picholle, 2012), sans jamais faire l'impasse sur une anomalie, omettre ou cacher des erreurs



expérimentales. Sauf circonstances particulières dont l'enseignant est seul juge mais qui doivent rester exceptionnelles, le temps ainsi *gagné* est en fait le plus souvent perdu, les élèves ne tirant aucun profit d'une démarche d'investigation bâclée.

Erreurs omises ou cachées

Il n'est pas rare que des oublis (ou erreurs) en cours de manipulation rendent une expérience inexploitable ou ses résultats peu fiables. Il suffit alors en général de refaire l'expérience pour s'en assurer et les corriger. Ces difficultés sont un élément normal d'une démarche d'investigation et relèvent de l'apprentissage de la méthode scientifique (e.g. oubli d'un paramètre pertinent, modification de deux paramètres pertinents en même temps ; voir à ce propos de Vecchi, 2008 et Cariou, 2007).

Que le meneur de jeu passe sous silence ou *a fortiori* cache des erreurs expérimentales, ou tolère un tel comportement chez ses participants, revient à diminuer fortement la fiabilité des données ainsi obtenues (et à jeter le doute sur toutes celles obtenues dans des circonstances équivalentes) ; de tels manquements à la déontologie scientifique peuvent conduire à des confusions voire à conclusions erronées.

C'est typiquement le cas lors de l'intervention d'un événement accidentel. Continuer l'expérience sans le mentionner, faire « comme si rien ne s'était passé », peut sérieusement compliquer l'interprétation de données aberrantes. C'est *a fortiori* le cas d'une tentative de camouflage d'une erreur de manipulation.

Exemple : Lors d'une investigation sur la solidification de l'eau, le tube à essai contenant l'eau à congeler bascule et de l'eau salée du mélange réfrigérant rentre à l'intérieur. Les élèves ne mentionnent pas l'événement et continuent l'expérience. Au moment de la mise en commun, la courbe obtenue ne fait pas apparaître de palier de changement d'état et les élèves font part de leur difficulté à obtenir de la glace. Ce n'est qu'après comparaison avec les autres courbes qu'ils font part de l'erreur de manipulation.

Reproductibilité et robustesse à la carte

Par opposition à la magie, réputée ne fonctionner que si elle est pratiquée par un mage, une même expérience scientifique (ou une même série d'expériences, lorsque chaque réalisation individuelle implique un élément de hasard) bien menée doit en principe toujours produire les mêmes résultats quel que soit l'opérateur, le lieu ou le moment où elle est réalisée, au moins statistiquement.

En pratique, on s'en assure en vérifiant systématiquement la *reproductibilité* et la *robustesse* des expériences. Ce sont ces propriétés qui permettront à d'autres scientifiques de s'appuyer ensuite, sans forcément les refaire toutes, sur les résultats d'expériences antérieures dont la fiabilité a été dûment établie. La nécessité de ces tests reste largement méconnue des



enseignants : de nombreux didacticiens font état des difficultés tant des enseignants que de leurs élèves à percevoir l'intérêt de tester la reproductibilité pour s'assurer de la fiabilité d'un résultat (Talanquer, Tomanek & Novodvorsky, 2013 ; Dungan & Gott, 2000 ; Lubben & Millar, 1996).

Un meneur de jeu qui ne se donne pas la peine de refaire une expérience ou, au contraire, qui choisit de reproduire de façon sélective les expériences ne donnant pas les résultats qu'il désire ne peut considérer les résultats obtenus comme assez bien établis pour en tirer des conclusions probantes. Il en va de même lorsqu'il tolère des pratiques similaires de la part des participants qui, par exemple, ne testent pas la reproductibilité parce que le résultat obtenu est conforme au résultat attendu ou parce que «c'est ennuyeux», que «cela prendrait trop de temps».

En termes de *tactiques* d'élèves, l'enseignant prend en outre le risque que des élèves se satisfassent du premier résultat obtenu en pariant qu'il réagira si (et seulement si) ce résultat n'est pas conforme à ce que l'expérience bien menée est censée donner. Il peut également induire chez les participants l'idée que le test de la reproductibilité d'une expérience est arbitraire, voire qu'il n'est utile que lorsque le premier résultat obtenu n'est pas celui qu'on présumait.

C'est d'autant plus préjudiciable qu'une part essentielle de l'apprentissage en démarche d'investigation est d'ordre méthodologique, et passe par l'examen permanent et la critique par les participants de leurs propres résultats, l'obtention d'un résultat particulier comptant souvent moins que le chemin emprunté pour y aboutir.

Notons toutefois que si les expériences de physique menées à l'école primaire peuvent en général être considérées comme reproductibles individuellement, à la précision des mesures près, celles de biologie ne le sont souvent que dans un sens statistique.

D'une manière générale, tous les court-circuits d'une démarche d'investigation sont problématiques. Il revient au meneur de jeu d'attirer l'attention de ses participants sur l'exigence de rigueur qu'impose toute démarche scientifique et d'invalider les pratiques désinvoltes qui volontairement dérogent à cette exigence.

Manipulation et institutionnalisation des données d'expérience

La science moderne est une aventure collective dont le succès repose en grande partie sur la prise en compte des résultats des autres scientifiques, mais aussi sur leur critique systématique. Ce n'est que parce qu'il sait que tout résultat publié a été dûment passé à ce crible qu'un scientifique peut se dispenser de refaire lui-même toutes les expériences et tous les calculs sur lesquels il fonde son propre travail.

La circulation des données d'expérience, positives comme négatives, est donc essentielle. Leur traitement et leur publication nécessitent donc, en



classe aussi bien dans la recherche professionnelle, une attention particulière afin de s'assurer de leur validité.

Tu ne toléreras pas la falsification des données

Un premier corollaire est qu'il est important de tout noter, y compris les *ratages*, dans la mesure où on ne peut savoir d'avance ce qui pourra se révéler pertinent. Des données perçues comme problématiques n'ont souvent pas moins d'importance que celles reconnues comme « bonnes ».

Charles Babbage identifiait deux types de *fraude* directement liés à la tentation de privilégier les secondes : le *rabotage* (*trimming*) et la réduction (*cooking*). Le rabotage consiste à éliminer, *de part et d'autre de la valeur moyenne*, des données « extrêmes » pour faire paraître les mesures réalisées plus précises et pertinentes. La réduction consiste quant à elle à ne retenir que les résultats qui concordent avec la théorie et à rejeter les autres. Notons que l'élimination de données non pertinentes, qui revient à une forme de rabotage de bonne foi, est parfois une nécessité pratique. Mais, même très prudente et aussi bien justifiée que possible, elle n'est jamais sans risque. La réduction, elle, est souvent soit inconsciente, soit de mauvaise foi.

La tentation de fausser des données est parfois grande chez des enseignants qui souhaitent éviter une discussion parfois délicate avec des élèves lors de démarches d'investigation. Ainsi après l'obtention par différents groupes d'enseignants stagiaires de paliers de changement d'état de l'eau à des températures différentes de zéro degré et sur une ampleur de 4°C (en raison de la mauvaise qualité des thermomètres utilisés), certains proposent – si cette difficulté survient en classe – de s'abstenir de graduer les axes pour ne conserver que l'allure générale des courbes et ne pas avoir à discuter les valeurs des paliers ; d'autres proposent de changer l'échelle pour rendre la différence de température peu perceptible et pouvoir conclure que les expériences donnent le même résultat.

Les conclusions de toute expérience tu institutionnaliseras

Plus généralement, l'échange et la confrontation des données d'expérience constituent un moment clef de toute pratique scientifique, celui de la transition d'une tâche individuelle vers un savoir collectif. Que ce soit dans un contexte professionnel ou d'institutionnalisation des résultats d'une démarche d'investigation scolaire à l'échelle d'une classe, il convient d'y prêter une attention toute particulière, et de ne tolérer aucune falsification de ces données, qu'elle soit délibérée ou inconsciente.

Même pressé par le temps en fin de séance, le meneur de jeu doit donc résister à l'envie de sacrifier la phase de mise en commun des données et des conclusions d'une expérience. Il doit se réserver un temps suffisant pour établir le bilan des expériences et pour formuler soigneusement avec les participants une réponse à la question posée.



Spécificité du discours scientifique

Tout discours scientifique vise un haut niveau de cohérence logique et lexicale, ainsi qu'à l'univocité des propositions qui le composent. À cette fin, les scientifiques professionnels emploient volontiers toutes les ressources du formalisme mathématique, réputé pour son absence d'ambiguïté, pour décrire les phénomènes les plus complexes.

Tu veilleras à la précision des propositions...

Les programmes veillent à ce que le langage naturel suffise à décrire les phénomènes qu'on étudie à l'école primaire. Les contraintes de cohérence et d'univocité du discours s'y présentent donc à la fois comme un objectif d'apprentissage méthodologique, et comme un exercice de précision dans l'expression, donc un travail sur la langue (C.S.P., 2014). Inversement, une formulation mal maîtrisée peut facilement conduire à faire dire aux expériences davantage qu'elles ne disent vraiment.

Il appartient donc au meneur de jeu de veiller à la précision du langage utilisé, aussi bien en termes de lexique que de syntaxe, et d'en expliquer l'importance. Plus généralement, il doit idéalement s'assurer que, sauf exception dûment justifiée, les propos n'entrent pas en contradiction avec les savoirs reconnus (non contradiction externe), n'incluent pas d'éléments contradictoires entre eux (non contradiction interne), que les participants argumentent correctement sans incohérence logique ou sont attentifs à la cohérence lexicale et symbolique (i.e. tous les termes et symboles employés ont une définition univoque), etc.

Exemple : Lors d'un travail sur les leviers, un enseignant en formation conclut que « pour obtenir l'équilibre horizontal d'une planche posée sur un pivot, il faut deux masses différentes, la plus lourde devant être placée le plus près du pivot », alors qu'un équilibre horizontal peut également être obtenu avec des masses égales.

L'ambiguïté de l'expression peut également être plus ou moins volontaire, et relever d'une stratégie d'un participant pour éviter d'assumer des résultats qu'il devine éloignés d'une *bonne réponse* supposée. Elle s'apparente alors au pire à une tentative de fraude, au mieux à un refus de communication. Dans toute la mesure du possible, il convient alors de prendre le temps « d'accoucher » une formulation univoque, ou à défaut d'identifier les propositions fautives comme non recevables.

... et à la justesse de leur niveau de généralité

Une autre spécificité de la méthode scientifique est la navigation permanente entre différents niveaux de généralité, qu'il s'agisse de déduire les caractéristiques d'une réalisation particulière d'un modèle général, ou au contraire, par induction, d'énoncer des règles générales à partir de l'observation de phénomènes particuliers.



Il importe donc que la formulation d'une proposition, et *a fortiori* d'une conclusion institutionnalisée, en fasse clairement apparaître le niveau de généralité. Or c'est une compétence langagière en cours de construction à l'école primaire, voire au-delà, et il convient d'y apporter une attention toute particulière, aussi bien en termes d'appropriation des marqueurs de généralité (e.g. *toute, toujours, jamais*) comme de subordination (e.g. *lorsque*) que de compréhension de leur importance.

Exemple : Lors d'un travail sur les sabliers, les enfants peuvent conclure un peu rapidement que, très généralement, « plus il y a de grains, plus il faut de temps pour que le sablier se vide », en omettant de préciser que la taille du trou par lequel s'écoulent les grains ainsi que le type des grains doivent rester les mêmes.

La démarche d'investigation mobilise donc de la part du meneur de jeu des qualités d'écoute, la capacité de réagir sur le vif à ce qui est dit ainsi qu'une bonne maîtrise de la langue.

Une chorégraphie subtile

Pour clore, nous envisageons maintenant trois « commandements » à destination non plus des pratiquants de la D.I., mais des *meneurs de jeu*. Ils s'inscrivent dans une vision de la démarche d'investigation comme façon d'induire un questionnement et de le laisser se développer, spontanément mais, au risque du paradoxe, dans un cadre soigneusement chorégraphié (Rankin, 1999). Soulignons toutefois qu'ils s'adressent plus particulièrement à des enseignants disposant d'une expérience limitée de la D.I., les plus chevronnés pouvant préférer des approches plus « ouvertes » (Colburn, 2000 ; NRC, 2000).

Les idées des participants sans parti pris tu envisageras

L'expression des idées et des intuitions des participants à propos du phénomène étudié est un moment essentiel de toute démarche d'investigation. Emises dans le feu de l'action, elles appellent souvent une reprise et une reformulation pour s'assurer que tous les comprennent de la même façon (voir ci-dessus *Spécificité du discours scientifique*). Ce rôle revient souvent au meneur de jeu, de même que celui d'encourager les spéculations. En revanche, il doit éviter de se prononcer sur leur validité : appliquant à soi-même les mêmes standards qu'aux participants, il accueille à ce stade aussi bien les idées qu'il sait fructueuses que celles conduisant à une impasse.

Il se doit donc d'entretenir une attitude bienveillante envers toutes les idées émises. Dans toute la mesure du possible, aucune ne doit être passée sous silence, ou *a fortiori* rejetée d'autorité. Une fois écartées les propositions démontrablement incohérentes, le juge est l'expérience : « Comment savoir ? On essaie ! ».

Cette contrainte relève à la fois d'une pratique déontologique de la D.I. et de considérations pédagogiques à plus long terme : un participant dont les



idées sont ignorées risquent non seulement de se désinvestir de l'investigation en cours, mais aussi de ne plus en proposer la fois suivante, voire de considérer la démarche d'investigation comme une mascarade où seules celles qui arrangent le meneur de jeu semblent effectivement exploitées.

Tu accorderas toute ton attention à la formulation de tes questions

La sélection des idées n'est donc pas un moyen légitime pour orienter une séquence vers ses objectifs pédagogiques. Une meilleure méthode consiste à les anticiper en identifiant les conceptions initiales des participants, et à préméditer leur confrontation avec une situation inattendue, sur la base d'une question précise et adaptée. D'une façon générale, celle-ci ne sera fructueuse que si les participants se l'approprient. Une bonne question, ou une « question productive » dans le lexique de Harlen (2012), doit donc être à leur portée et accessible à l'investigation avec le matériel disponible sans que la réponse en soit évidente afin qu'il y ait réellement recherche.

Un corollaire est que la phase de préparation de la question doit également inclure une formulation de réponse acceptable, et la vérification qu'on peut la justifier expérimentalement. Si les participants ne peuvent la trouver par eux-mêmes, la question n'est pas adéquate (sauf effet délibéré du meneur de jeu, qui en aura prémédité la reformulation en cours d'investigation).

L'improvisation de questions au fil de la séquence suppose une grande expérience du meneur de jeu. Des nuances de formulation très fines (portant en particulier sur leur niveau de généralité) peuvent en effet amener des idées très différentes de la part des participants, et faire la différence entre une réponse expérimentale possible ou impossible. Ainsi, on se méfiera des questions en « Pourquoi », qui appellent la démonstration d'une chaîne de causalité souvent hors de portée d'élèves du primaire, alors qu'une question du type « Que se passe-t-il lorsqu'on... » appelle une vérification expérimentale simple et directe (Blanquet, 2009).

La formulation de ces questions est donc cruciale, et les enseignants débutants ne doivent pas hésiter à les emprunter aux séquences *clef en main* disponibles dans de nombreux guides du maître incluant des formulations classiques déjà éprouvées.

Tu chorégraphieras soigneusement tes séquences en investigation

Une séquence en démarche d'investigation doit donc se préparer au même titre qu'un cours traditionnel. Une règle élémentaire est que le meneur de jeu doit au minimum avoir lui-même au préalable réalisé les expériences attendues et testé le matériel afférent, en prêtant attention à ses propres réactions, surprises et conceptions initiales. Cette phase lui permet d'identifier le matériel nécessaire (ou, comme c'est souvent possible au primaire, le matériel de récupération qu'il pourra lui substituer).

Il doit en outre prendre le temps de réfléchir au lancement de l'investigation et à son déroulement possible (de Vecchi & Carmona-Magnaldi, 2007)



et travailler la formulation des questions. C'est à ces conditions qu'il pourra, le moment venu, accorder toute son attention aux réactions des participants et leur fournir un espace de liberté pour la recherche.

Si de telles contraintes de préparation peuvent paraître très contraignantes au meneur de jeu débutant, elles deviennent très rapidement une seconde nature et s'allègent rapidement avec un peu de pratique. En fait, elles s'avèrent suffisamment efficaces pour que, après les avoir intégrées et avoir investi le temps nécessaire à la maîtrise d'une poignée de séquences en D.I., de nombreux jeunes enseignants affectés à des postes itinérants de remplaçants choisissent de s'en faire une spécialité, facile à adapter à de nouvelles classes et très appréciée des élèves comme de leurs collègues.

Se lancer dans un enseignement en démarche d'investigation ne s'improvise pas, mais l'expérience prouve qu'une formation de l'ordre de 30 heures permet déjà à des enseignants de se lancer dans des démarches d'investigation qu'ils ont eux-mêmes vécues, avant d'élargir ensuite leur palette à de nouvelles séquences éventuellement de leur cru.

Conclusion

Dans un contexte de recul de la culture scientifique de «l'honnête homme» du début du XXI^e siècle, duquel participent malheureusement la plupart des jeunes enseignants, la stratégie française traditionnelle de promotion de quelques figures de scientifiques idéaux, que les «hussards noirs» de la République se sont longtemps donnés pour modèles, semble avoir atteint ses limites. Plusieurs études suggèrent qu'une majorité d'enseignants du primaire n'ont désormais qu'une idée assez vague de la nature de la science et de ses exigences (Lederman, 2007). Plus grave peut-être, nombre d'entre eux s'estiment eux-mêmes incapables de l'enseigner et s'en dispensent.

On peut douter que l'élaboration d'une liste plus explicite des qualités de l'enseignant de sciences idéal recevrait un meilleur accueil que les nombreuses instructions ministérielles qui l'auront précédé pour aboutir à ce triste résultat.

L'idée d'une sorte de «code de déontologie de la démarche d'investigation», ostensiblement plus pragmatique, moins ambitieux et surtout directement profitable aux enseignants, apparaît en revanche comme une stratégie plausible pour leur permettre d'établir au moins un rapport éthique à la science scolaire.

Au-delà du clin d'œil, nous avons tenté de démontrer dans cet article la possibilité de concevoir un tel code déontologique à partir de règles éprouvées, simples à mettre en œuvre pour l'enseignant, et dont on sait qu'elles en sont généralement bien reçues, prises individuellement et justifiées dans le cadre d'une formation à la D.I.

Le passage du respect opportuniste de tels «commandements» pragmatiques et restreints à la démarche d'investigation à une vision plus générale, plus mature de la nature de la science reste à explorer. Toutefois, leur



construction reposant sur les principes généraux consensuels à la base de toutes les épistémologies actuelles de la science scolaire, on peut supposer que leur appropriation par les enseignants ne peut qu'étayer, par leur propre pratique de la D.I. en classe, les critères de scientificité sur lesquels ils pourraient être amenés à s'interroger par la suite.

Par ailleurs, les qualités d'engagement et d'écoute que ces commandements tentent de promouvoir chez les enseignants dépassent largement le strict cadre de la D.I. en sciences. On peut raisonnablement imaginer les retrouver dans d'autres « codes » disciplinaires – et espérer que même les enseignants les plus rétifs au côté *moralisateur* d'un code de déontologie général et contraignant établissent spontanément les liens qui s'imposent et se construisent eux-mêmes, à partir de ces briques modestes mais bien intégrées, une éthique professionnelle saine et robuste.



Références

- Andler, D., Fagot-Largeault, A., & Saint-Sernin, B. (2002). *Philosophie des sciences*. Paris : Galimard.
- Appleton, K. (2007). Elementary Science Teaching. Dans S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 493–535). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Babbage, B. (1830). *Reflections on the Decline of Science in England*. Projet Gutenberg. Récupéré à <http://www.gutenberg.org/files/1216/1216-h/1216-h.htm>
- Blanquet, E. (2009). Questions de sciences. Dans U. Bellagamba, É. Picholle & D. Tron (dir.), *Rudyard Kipling et l'enchantement de la technique*. Communication présentée dans le cadre des deuxièmes journées interdisciplinaires sciences & fictions de Peyresq. Nice : Somnium. Récupéré à <http://revel.unice.fr/symposia/scetfictions/index.html?id=542>
- Blanquet, E., & Picholle, E. (2012). Faire et refaire : varier les paramètres d'une expérience pour formuler une loi plus robuste. Dans T. Evrard & B. Amaury (dir.), *Réveille-moi les sciences*. Louvain-la-Neuve : De Boeck.
- Calmettes, B. (dir.). (2012). *Démarches d'investigation : références, représentations, pratiques et formation*. Paris : L'Harmattan.
- Cariou, J.-Y. (2007). *Faire vivre des démarches expérimentales*. Paris : Delagrave.
- CNRS. (2014). *Promouvoir une recherche intègre et responsable, un guide*. Récupéré à <http://www.cnrs.fr/comets/spip.php?article91>
- Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*, 23(6), 42–44.
- Conseil Supérieur des Programmes. (2014). Projet de socle commun de connaissances, de compétences et de culture. Récupéré sur le site de l'éducation nationale française http://cache.media.education.gouv.fr/file/06_Juin/38/8/CSP_Socle_commun_de_connaissances_compétences_culture_328388.pdf
- de Vecchi, G. (2006). *Enseigner l'expérimental en classe*. Paris : Hachette éducation.
- de Vecchi, G. & Carmona-Magnaldi, N. (2007). *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Paris : Hachette Education.
- Duggan, S., & Gott, R. (2000). Intermediate General National Vocational Qualification (GNVQ) Science: A missed opportunity for a focus on procedural understanding? *Research in Science & Technological Education*, 18(2), 201–214.
- Harlen, W. (2012). *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issue in Policy and Practice*. Trieste (I) : Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Program (SEP).
- Harlen, W. (2012). *Enseigner les sciences, comment faire ?* Paris : Le Pommier.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present and Future. Dans S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–880). New York : Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Lubben, F., & Millar, R. (1996). Children's ideas about the reliability of experimental data. *International Journal of Science Education*, 18, 955–968.
- National Research Council. 2000. *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, D.C. : National Academy Press.
- Rankin, L. (1999). Lessons learned : addressing common misconceptions about inquiry. Dans *Inquiry: Thoughts, Views, and Strategies for the K-5 Classroom* (pp. 32–37). Arlington, VA : National Science Foundation. Récupéré sur le site de la NSF : <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/htmstart.htm>
- Talanquer, V., Tomanek, D., & Novodvorsky, I. (2013). Assessing Students' Understanding of Inquiry: What Do Prospective Science Teachers Notice? *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 189–208.