



HAL
open science

Démarche d'investigation, pédagogie frontale et principe d'autorité: l'exemple du système héliocentrique

Estelle Blanquet, Éric Picholle

► To cite this version:

Estelle Blanquet, Éric Picholle. Démarche d'investigation, pédagogie frontale et principe d'autorité: l'exemple du système héliocentrique. 2016. hal-01352578

HAL Id: hal-01352578

<https://hal.science/hal-01352578>

Preprint submitted on 8 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.

Démarche d'investigation, pédagogie frontale et principe d'autorité : l'exemple du système héliocentrique

Estelle Blanquet¹ & Éric Picholle²

Résumé

Faire des sciences, c'est d'abord appartenir à une communauté et acquiescer au savoir établi par d'autres ; mais c'est aussi savoir le remettre en cause pour mieux l'actualiser et le dépasser. L'article interroge le rapport dual à l'autorité que permet de construire la démarche d'investigation. La question de l'héliocentrisme offre un exemple frappant de la difficulté à s'émanciper de la pression paradigmatique de la culture dominante. Une séquence d'astronomie traditionnelle, centrée sur des compétences purement physiques, apparaît peu efficace pour dépasser le copernicanisme naïf des participants. Son association avec une séquence spécifiquement conçue pour légitimer des points de vue inhabituels permet en revanche à 30 à 50% des étudiants d'accéder au paradigme galiléen (i.e. relativiste). L'analyse et l'évaluation de l'évolution du rapport à l'autorité des participants via des pré- et post-questionnaires montrent que, au-delà de son intérêt pour la pédagogie des sciences, la démarche d'investigation peut constituer un outil puissant de prise de conscience de la nature des préjugés les mieux établis de la culture dominante, et donc d'émancipation à leur égard.

Le rapport à l'autorité est au cœur de nombreux paradoxes de philosophie politique. La liberté du citoyen est avant tout celle de consentir à la tutelle de la cité et de ses lois, chacun détenant, comme l'a rappelé Jean-Jacques Rousseau dans *Le Contrat Social* (1762), une parcelle inaliénable de souveraineté populaire à laquelle il ne saurait renoncer par l'effet de son consentement sur la seule nature d'un régime politique ; l'exercice du gouvernement reste, théoriquement, sous son contrôle.

Toute la notion de citoyenneté se joue donc dans la nature de l'adhésion de l'individu à l'autorité de l'État : libre et informée, elle est, paradoxalement, émancipatrice ; contrainte ou fondée sur un malentendu, elle ne peut fonder sur un régime stable, et impose soit une réforme progressive, soit une révolution parfois violente.

L'histoire des idées scientifiques est aussi celle de la remise en cause systématique des idées les mieux établies. Il peut s'agir d'un glissement progressif, à mesure que les connaissances se précisent et s'approfondissent au sein d'un "paradigme" qui, lui, garde une relative permanence ; ou d'un changement brutal de paradigme lors de ce que Thomas Kuhn (1962) appelle une "révolution scientifique", heureusement plus pacifique. Comme celle d'une communauté politique, la constitution d'une communauté scientifique et l'adhésion de l'individu aux paradigmes dominants du moment reposent sur une tension et une remise en cause permanentes, sans lesquelles la science devient dogme. C'est une aventure collective séculaire, à laquelle on ne saurait participer sans reconnaître non seulement la valeur du savoir accumulé par les générations précédentes, mais aussi la légitimité du jugement de ses pairs (et *a fortiori*, pour un étudiant, de ses professeurs). Pour autant, le but ultime de toute recherche est de faire avancer le savoir, donc de dépasser celui de ses maîtres.

¹MCF, Laboratoire Cultures-Education-Sociétés (LACES), Université de Bordeaux & Centre de Recherches en Histories des Idées (CRHI), Université de Nice Sophia Antipolis.

²CNRS, Laboratoire Physique de la Matière Condensée (LPMC), UMR 7336 Université de Nice Sophia Antipolis.

Il convient toutefois de noter que la perte d'*autorité* des idées anciennes ne diminue en rien le prestige des Anciens — « *Nous sommes des nains juchés sur des épaules de géants* », dit Newton après Bernard de Chartres. De même, l'histoire des idées politiques ancre souvent ses grands courants paradigmatiques sur la récupération/reformulation des notions anciennes : les Lumières font écho, en s'y abreuvant sans modération, à la discussion sur le meilleur régime politique, puis sur l'organisation des pouvoirs institués, qui avait retenu l'attention des contemporains de Périclès, à commencer par Hérodote lui-même, dans *l'Histoire*. La *valeur* opératoire d'une théorie peut demeurer longtemps après qu'on la sait dépassée. Mieux, la conscience des limites conforte la scientificité de son emploi, et leur inclusion dans un nouveau paradigme permet souvent de justifier des principes jusque là simplement admis ; ainsi, les *axiomes* d'Euclide deviennent-ils des *théorèmes* de géométrie non-euclidienne (Bachelard, 1940).

1. La science moderne s'émancipe de la scolastique

Un rapport ambivalent à l'autorité est donc au cœur de la démarche scientifique. Nombre d'historiens considèrent même que la science moderne naît de sa remise en cause. Ainsi, Pierre Duhem (1917) situe son acte de naissance à la fin du XIII^e siècle, lorsque Étienne Tempier, évêque de Paris et Recteur de la Sorbonne, s'émancipe de l'autorité d'Aristote, puissamment réaffirmée par la scolastique de Thomas d'Aquin, et frappe d'interdit 219 propositions (Tempier, 1277), dont plusieurs touchent aux principes millénaires de la physique aristotélicienne (Auteur 2, 2012). Paradoxalement, Tempier doit pour cela opposer l'autorité à l'autorité, celle de l'Église à celle des Anciens.

D'autres considèrent qu'il faut attendre le XVII^e siècle et que la science moderne naît avec la revendication par Galilée (1623) et Descartes d'une *méthode* spécifique, dont l'idéal est la rigueur démonstrative des mathématiques et le refus d'admettre sans examen une proposition non démontrée. Cette seconde naissance s'opère également dans l'affrontement, symbolisé par le procès et la condamnation de Galilée, en 1633, sur la question de l'héliocentrisme. Du point de vue philosophique, le *Discours de la Méthode* (Descartes, 1637) n'hésite pas à prôner un « doute hyperbolique » faisant « table rase » de toutes les anciennes certitudes, y compris théologiques ; dans le même temps, l'ouvrage intègre très délibérément des leçons magistrales (sur la *Géométrie*, l'*Optique*, les *Météores*...) pour mieux permettre à une classe émergente, qui deviendra celle des ingénieurs de l'ère moderne, de s'émanciper de la tutelle des clercs.

Nous nous proposons d'explorer dans cet article comment ce rapport dual à l'autorité se traduit aujourd'hui dans la formation des futurs scientifiques, et plus généralement des futurs citoyens d'un monde largement informé par la science. Pour cela, après un rapide rappel des deux principales approches utilisées aujourd'hui dans l'enseignement des sciences et au travers de l'exemple de l'héliocentrisme, nous discuterons leur complémentarité et le rôle de l'enseignement scientifique pour la construction d'un rapport émancipateur à l'autorité.

2. Deux méthodes pour enseigner les sciences, deux rapports à l'autorité

Une approche classique de l'enseignement consiste à placer des élèves au contact d'un maître plus « savant » qu'eux, les premiers écoutant, prenant des notes, regardant des expériences préparées et exécutées à leur intention tandis que le second délivre son savoir. On parle alors de pédagogie « frontale ». Cette méthode permet de dispenser rapidement des connaissances à un grand nombre d'élèves supposés aptes à les digérer. Elle est particulièrement efficace lorsque le public maîtrise les bases du sujet traité : chacun met les mêmes choses derrière les mêmes mots. Dans ces conditions, le transfert de connaissances se réalise sans parasitage. C'est *a fortiori* le modèle de la communication « entre pairs » des chercheurs : « *le message est entendu parce qu'il est attendu* » (Pellaud & al., 2004).

Cette approche frontale a largement fait ses preuves : la plupart des scientifiques actuels ont suivi un *cursus* où elle était largement majoritaire. Mais elle présente également un fort taux de "déchet", une part significative de la population adulte se désintéressant totalement des sciences en dépit de ses années de scolarité obligatoire (45% des personnes interrogées, Eurobaromètre 2001) et, d'après le Président de l'Académie des Sciences, près de la moitié des enseignants de cycle 3 s'estiment incompetents pour enseigner les sciences (Salençon, 2010), ce qui n'est pas sans poser problème (Rocard, 2007).

Une autre approche s'est répandue depuis la fin des années 1980 : la "démarche d'investigation" [D.I.] (M.E.N., 2002), qui prend en compte les idées initiales des élèves (Giordan, 1994) et élabore avec eux un discours commun. Il s'agit avant tout d'induire un questionnement et de le laisser se développer, spontanément mais dans un cadre soigneusement chorégraphié ; la D.I. encourage tout à la fois la discussion entre pairs, pour élaborer des réponses, et le recours systématique à l'expérience pour éprouver les propositions des uns et des autres. L'accent y est mis sur la méthode, la validation d'une idée, d'une hypothèse, n'étant plus du ressort du maître mais un processus collectif, où tous s'accordent sur la procédure à mettre en œuvre. La validation d'une hypothèse passe toujours par une démonstration : « *Comment faire pour savoir ? On essaie !* ». L'enseignant se fait guide et accoucheur, plutôt que figure d'autorité détentrice du savoir (Auteur 1, 2012). Il conduit ses élèves à s'approprier, sur des thématiques simples, un certain nombre de bonnes pratiques scientifiques, à commencer par le refus systématique de l'argument d'autorité et la primauté de l'expérience. Les élèves acquièrent dans un même mouvement méthodologie et connaissances, ainsi qu'une représentation opératoire de la nature de la science, scolaire du moins.

Les programmes officiels préconisent la démarche d'investigation pour l'enseignement des sciences à l'école primaire puis dans une moindre mesure au collège et au lycée, dans l'esprit de « La Main à la Pâte ». Au primaire, il s'agit de « *faire saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables d'une part, opinions et croyances d'autre part* » (B.O.E.N., 2008a) et de développer l'esprit critique des élèves. Ces objectifs sont affinés et poursuivis au collège : « *il s'agit d'observer, avec curiosité et esprit critique, le jeu des effets et des causes, en imaginer puis construire des explications par raisonnement, percevoir la résistance du réel en manipulant et expérimentant, savoir la contourner tout en s'y pliant.* » (B.O.E.N., 2008b). Progressivement, ils découvrent de plus en plus de sujets sous forme magistrale, à charge pour l'enseignant d'identifier ceux sur lesquels il mettra en œuvre la démarche d'investigation. Au lycée, il s'agit, dans la continuité du collège, de donner aux élèves « *cette culture scientifique et citoyenne indispensable [...] Le citoyen doit pouvoir se forger son opinion sur des questions essentielles, comme celles touchant à l'humanité et au devenir de la planète. Cela n'est possible que s'il a pu bénéficier d'une formation de base suffisante pour avoir une analyse critique des problèmes posés et des solutions proposées. La science s'avère un instrument privilégié de cette formation parce qu'elle est école de structuration de l'esprit, susceptible d'aider durablement les élèves à observer, réfléchir, raisonner* » (B.O.E.N., 2010).

Au fil de leur *cursus* scolaire, les élèves élaborent donc dans un premier temps un rapport à la science où c'est l'expérience, plutôt que l'autorité du maître, qui permet d'asseoir les connaissances. Puis, progressivement, une partie des connaissances est acquise lors de cours magistraux. Cette combinaison des deux méthodes les incite donc à construire un rapport à l'autorité plus sophistiqué que celui qui résulterait d'une approche pédagogique unique. Idéalement, la pédagogie frontale est alors perçue comme une méthode efficace de transmission de connaissances *toujours susceptibles d'être remises en cause*, en principe du moins et l'enseignant comme le porte-parole d'une communauté scientifique soucieuse de partager ce qu'elle a compris.

Cette conception idéale de la science scolaire trouve toutefois ses limites dès lors qu'on aborde des sujets pour lesquels toute expérimentation probante s'avère difficile, voire impossible. La tentation de l'argument d'autorité revient alors en force, avec le risque de déconstruire un rapport à la science encore fragile.

3. Dépasser l'héliocentrisme : un exemple révélateur

C'est par exemple le cas de l'astronomie. L'histoire de la querelle copernicienne, qui impliquait les meilleurs astronomes de son temps, montre assez qu'aucun argument immédiat ou aucune observation facile ne suffisaient à régler la question de savoir quel astre, de la Terre ou du Soleil, tournait autour de l'autre. Sous une forme plus abstraite, celle-ci restait même encore ouverte au tournant du XX^e siècle, où les analyses théoriques de Mach (1883) et d'Einstein montraient qu'il était impossible de la trancher expérimentalement.

Le programme de CM1 stipule pourtant que les élèves doivent savoir « *repérer et comprendre le mouvement apparent du soleil au cours d'une journée et son évolution au cours de l'année, interpréter le mouvement apparent du Soleil par une modélisation et connaître la contribution de Copernic et Galilée à l'évolution des idées en astronomie* ».

Beaucoup d'enseignants reviennent alors à une leçon purement frontale et présentent le modèle héliocentrique de Copernic comme une réalité incontestée. La plupart des manuels adoptent une position intermédiaire et proposent une démarche d'investigation portant sur des questions astronomiques annexes, mais en appellent finalement plus ou moins ouvertement à un argument d'autorité pour valider le modèle héliocentrique : « *Renseigne toi sur la vie de Galilée. Il a été le premier scientifique à défendre les idées de Copernic. Pourtant on sait aujourd'hui qu'il avait raison* » (Magnard) ; « *Le déplacement du Soleil dans le ciel d'est en ouest n'est qu'une apparence. En fait c'est la Terre qui tourne sur elle-même* » (Nathan) ; « *Pourtant, tout le monde sait que la Terre tourne sur elle-même. La question est donc : comment les astronomes ont-ils fait pour le savoir ? Le maître explique alors que cette question a été longuement débattue entre les scientifiques et en retrace les grandes étapes historiques (Ptolémée, Copernic, Bradley, Foucault). La conclusion finale est : La Terre tourne sur elle-même* » (Le Pommier).

S'il s'agit de faire adhérer les élèves au paradigme copernicien, ces approches s'avèrent redoutablement efficaces. Nous l'avons vérifié en soumettant 250 enseignants du primaire en poste dans les Alpes-Maritimes à un questionnaire : à 100 %, ils affirment que la Terre tourne autour du Soleil *et non l'inverse*. Lorsqu'on leur demande comment ils le savent, quelques uns justifient leur affirmation en parlant de *mouvement apparent* du Soleil dans le ciel, par opposition à un supposé mouvement *réel* de la Terre autour du Soleil ; mais l'argument est très majoritairement de pure autorité : ils l'ont eux-mêmes appris à l'école (e.g. : « *Parce qu'on me l'a appris. Je crois les scientifiques. Je n'ai pas à tout remettre en cause tout le temps* ») ou de « bon sens ». D'un point de vue épistémologique, ces enseignants adhèrent au paradigme dominant sans le questionner, et sont donc aujourd'hui coperniciens comme leurs lointains prédécesseurs étaient ptoléméens.

Seule une minorité de la population reste d'ailleurs pré-copernicienne (typiquement 20% : Gallup, 1999 ; Eurobaromètre, 2001), et des revues grand public font régulièrement des gorges chaudes des innocents qui répondent que le Soleil tourne autour de la Terre à des sondages ironiquement concoctés à cet effet.

Pour le physicien, les choses ne sont malheureusement pas si simples et, comme aime à le rappeler Jean-Marc Lévy-Leblond : « *la science moderne, plus subtile qu'on ne veut bien le dire, n'a pas remplacé le géocentrisme par l'héliocentrisme, mais par le polycentrisme* » (2001). Si pour Copernic comme pour Ptolémée il y a bien un centre du monde, leur dispute étant de déterminer lequel, le privilège cesse avec Galilée, pour lequel il est également légitime d'affirmer que, *vu de la Terre*, le Soleil tourne autour d'elle que la réciproque. Lorsque le physicien moderne parle de « mouvement apparent », cela n'a de sens que dans un référentiel particulier — il s'agit de son mouvement *tel qu'il nous apparaît* vu de la Terre, et non d'un mouvement qu'on opposerait à un mouvement supposément « réel ». Une lecture plus fine des résultats de notre enquête serait donc de remarquer que, si 100 % des enseignants interrogés participent du paradigme copernicien, aucun, après quatre siècles, n'a vraiment assimilé la révolution de la relativité galiléenne.

L'interprétation de ce constat dépasserait largement le cadre de cet article. Au-delà de la didactique des sciences, les mécanismes cognitifs en cause font *a priori* intervenir aussi bien des considérations socio-psychologiques (l'adhésion au modèle héliocentrique étant valorisée par le groupe) qu'historiques (l'importance de la révolution copernicienne et le procès de Galilée — « *Et pourtant, elle tourne !* », lui fait dire le mythe populaire — faisant partie de la culture commune) et épistémologiques. Nous nous contenterons ici de tenter de comprendre comment une technique d'enseignement prenant en compte cette difficulté peut permettre de la dépasser.

Plutôt que de chercher à “prouver” le modèle copernicien, nous avons donc développé des séquences en démarche d'investigation visant à amener les étudiants à s'approprier la notion galiléenne de *point de vue* (ou, plus techniquement, de *référentiel*), à apprendre à passer en esprit d'un point de vue sur le système solaire à un autre et à s'interroger sur leurs légitimités respectives.

Les deux premiers de ces enjeux sont classiques en mécanique et, hors contexte astronomique, soulèvent des difficultés réelles mais surmontables. La première, subtile mais bien connue depuis les travaux d'Edith Saltiel (1980), est la nécessité de préciser un référentiel avant de pouvoir définir un mouvement, ce que ne font pas explicitement la plupart des DI proposées dans les manuels précédemment évoqués. Une autre, purement technique, est d'ordre mathématique (géométrique) : il faut être capable de décrire un mouvement selon différents points de vue. Compte tenu de la simplicité de la configuration (deux sphères à distance pratiquement constante), on sait la surmonter assez facilement sans équations rébarbatives.

Notre première séquence, « Equivalence », vise à établir l'équivalence géométrique des différents modèles imaginables. Ce résultat est accepté sans difficulté par les étudiants, y compris pour interpréter des observations d'ordre astronomique (alternance jour/nuit, phénomène des saisons, etc.) à partir de modèles analogiques où une boule de polystyrène tourne autour d'une lampe, et réciproquement. En revanche, lorsqu'arrive le moment, en fin de séquence, de le *formuler* en termes de rotation de la Terre autour du Soleil et, surtout, du Soleil autour de la Terre, il se heurte à l'idée qu'un seul de ces mouvements est légitime et ne “passe” plus. Un travail spécifique sur les seuls deux premiers enjeux ne suffit donc pas à modifier significativement la posture copernicienne des étudiants.

Partant de l'hypothèse que l'obstacle épistémologique en cause pouvait être de même nature que celui que rencontraient au XVII^e siècle les promoteurs du modèle copernicien, confrontés à la légitimité exclusive du point de vue terrestre, nous nous sommes donc inspirés de la stratégie inventée à cet effet par Johannes Kepler : exploiter l'effet de *dépaysement* induit par la fiction (Suvin, 1977) pour emporter l'acquiescement du lecteur. Dans un court roman *Le Songe, ou Astronomie Lunaire*, il l'emmène donc sur la Lune qu'il lui fait voir du point de vue de ses habitants ; une fois ce procédé science-fictionnel accepté, il suffit de lever les yeux pour observer la Terre (que ses Lunatiques appellent *Volva*) dans le ciel lunaire — qu'on voit aussi du point de vue lunaire, donc extra-terrestre, que l'on s'est approprié. Le point de vue terrestre n'est donc pas seul légitime. C.Q.F.D.

Nous avons donc développé une autre séquence travaillant explicitement la légitimité de différents points de vue astronomiques. Cette séquence « Kepler » repose sur une illustration réaliste dans laquelle la Terre apparaît au centre d'un cadre fixé sur la Lune (Manchu, 1989) ; la D.I. proprement dite porte sur les phases de la Terre et son (absence de) mouvement apparent tels qu'on pourrait les observer depuis la Lune, avec une insistance particulière sur les notions de point de vue et d'observateur (Auteur 1, 2011).

De nouveau, et de façon symétrique au cas précédent, on observe que les étudiants admettent sans difficulté la légitimité du point de vue lunaire, mais que cette séquence seule n'affecte pas significativement leur copernicanisme foncier (pour plus de 90% d'entre eux, Auteur 1 & Auteur 2, 2012).

On observe en revanche que 30 à 50% (selon l'enseignant) des étudiants ayant travaillé successivement d'abord la séquence « Kepler », puis la séquence « Equivalence », franchissent le pas du relativisme galiléen. La nécessité d'une combinaison des deux séquences s'interprète assez naturellement : sans une maîtrise personnelle de la géométrie suffisante pour comprendre l'équivalence formelle de la rotation d'un objet autour d'un autre, ou réciproquement, les étudiants doivent faire appel à un argument d'autorité : dans un problème d'astronomie, le plus simple est d'adopter directement celui du paradigme dominant ; en revanche, la démarche d'investigation les affranchit de ce besoin. Inversement, cette simple équivalence mathématique n'entraîne pas l'égale légitimité des points de vue et, sans travail personnel sur ce point, c'est encore l'autorité du paradigme dominant qui fait foi.

Notons toutefois que ce résultat s'accompagnait de réactions émotionnelles inhabituellement fortes après une démarche d'investigation. Certains étudiants ont tenu à exprimer le caractère libérateur de l'exercice, qui levait pour eux une tension pénible entre leur observation personnelle du mouvement du Soleil dans le ciel et leur adhésion obligée à sa négation. D'autres refusaient de se départir de l'idée qu'il *devait* y avoir, quelque part, un mouvement privilégié, une vérité univoque, une autorité scientifique incontestable sur la question — même si le formateur lui-même l'ignorait...

4. Grands débats et petites facilités

Les principes pédagogiques à l'origine de la démarche d'investigation semblent donc demeurer relativement efficaces pour aider les étudiants à dépasser des conceptions initiales puissamment confortées par le contexte culturel ou la trace de passions comme celles, d'ordre religieux, qui s'exprimaient lors de la querelle copernicienne.

Plus précisément, notre étude met en évidence la difficulté qui consiste pour chacun à admettre *a priori* la *légitimité* d'une proposition en contradiction avec son propre jeu de principes — physiques ici, mais aussi bien métaphysiques, voire esthétiques. Une telle admission est pourtant la condition *sine qua non* de son examen rationnel, aussi bien pour réfuter objectivement, *a posteriori*, la position adverse que, comme dans l'analyse galiléenne de la querelle de l'héliocentrisme, pour constater que la contradiction n'est que le symptôme d'une approche trop étroite, et mieux la dépasser.

La relation saine et mature à l'autorité que favorise une éducation scientifique combinant intelligemment pédagogie frontale et démarche d'investigation constitue donc un enjeu de société majeur (OCDE, 2007) d'autant plus important que des obstacles épistémologiques du même ordre interviennent tout aussi bien dans des controverses plus actuelles, comme celles sur le darwinisme ou les changements climatiques, à propos desquels le citoyen sans formation particulière peut se sentir désarmé. Être capable tout à la fois d'entendre tous les arguments en présence, mais aussi d'identifier chez de soi-disant "experts" des arguments de faux "bon sens" ou de pure autorité pourrait bien être la marque de "l'honnête homme" du XXI^e siècle.

Pour autant, l'importance d'une approche ambivalente de l'autorité d'un discours d'apparence scientifique ne se limite pas au champ des sciences de la Nature. Ainsi, des pans entiers du vocabulaire politique du domaine des sciences sociales et humaines peuvent leur être empruntés. Par exemple, bien avant « l'imaginaire biopolitique » selon Foucault, les sciences dites de la communication se sont pensées en termes biologiques « d'échange », de « réseau », « d'espace vital » et de « développement » ; Herbert Spencer (1820-1903) distinguait même les organes de communication qui distribuent (routes, chemins de fer, canaux fluviaux) et ceux qui régulent (presse, législation, justice). Lorsqu'on sait que l'homme était un ingénieur des chemins de fer, le parallèle devient transparent. Mais tous les emprunts ne sont pas aussi légitimes, et la récente polémique sur « l'imposture intellectuelle » qu'ils constituent parfois montre aussi l'importance d'un rapport vigilant à l'autorité dans ces domaines (Bouveresse, 1999).

Plus généralement, les exemples d'erreurs de raisonnement, de facilités abusives ou de contresens dommageables sont, hélas, très nombreux en politique. Il y a aujourd'hui, à l'heure des sites d'information statique, gratuite et générale, tels que *Wikipédia*, pour n'en citer qu'un, une propension à confondre la partie avec le tout, les "petites phrases" philosophiques d'un auteur avec l'expression substantielle de sa pensée. La simplification cède trop souvent la place à un simplisme dévastateur, appuyé sur une fausse légitimité que quantifie le nombre de clics. Ainsi, nombre d'articles récents sur le *principe* de séparation des pouvoirs font-ils appel à l'autorité de Montesquieu (1748) et de son *Esprit des lois*, ce qui constitue sinon un contresens, du moins une confusion entre les moyens et la fin. Le baron de la Brède, s'il prône bien la distinction des pouvoirs, en termes institutionnels, insiste surtout sur leur « collaboration », rendue possible par l'existence de moyens d'actions réciproques, mais surtout la conscience de la nécessité « *d'aller de concert* » pour éviter tout blocage du corps social.

Pour être pleinement acteur de sa société, le citoyen doit — sans bien sûr verser dans le rejet de l'ordre établi ou le choix, forcément restrictif, de la révolte — prendre ses distances avec les connaissances « apparentes », facilement accessibles, pour entamer un processus d'identification des schémas, des motifs « évidents » ou des mécanismes politiques. Ce juste milieu entre lucidité et participation continuée au corps social, seules une culture historique et scientifique, dont il est l'acteur et non le simple réceptacle, et une appropriation authentique des bases de la méthode scientifique peuvent le lui permettre. Il n'y a pas de démocratie, comme il n'y a pas de science, sans rapport mature à l'argumentation et à l'autorité.

Conclusion

L'objet de ce qui précède était d'apporter de l'eau au moulin d'une éducation scientifique envisagée comme un puissant moteur d'émancipation : au même titre que la compréhension des mécanismes fondamentaux du réel dont elle l'arme, le rapport dualiste à l'autorité qu'elle véhicule et promeut prépare l'enfant à affronter le monde, à s'admettre en tant qu'individu pensant, et peut constituer un précieux vade-mecum pour le citoyen libre qu'il deviendra. L'exemple du traitement de l'héliocentrisme dans nos manuels nous conduit toutefois à y apporter un bémol, malheureusement sans grande originalité : il n'y a pas loin du Capitole à la roche Tarpéienne, et de la démarche d'investigation au cautionnement indirect d'un argument d'autorité qui a, lui, fait ses preuves comme outil d'oppression plutôt que d'émancipation.

Pour essentielle qu'elle soit, il s'agit toutefois d'une vision naïve de l'émancipation, entendue dans son sens commun : le fait pour un mineur, dirons-nous pour simplifier, de savoir se prendre en charge seul, d'affronter ses problèmes et ses difficultés sans avoir recours, systématiquement, à la protection physique de ses parents ; ou pour un citoyen adulte de pouvoir penser par lui-même les enjeux du moment, sans le recours à une figure d'autorité.

Au risque du paradoxe, on peut toutefois noter que, dans une acception plus rigoureuse du terme, il y a au contraire, *a priori*, une opposition marquée entre émancipation et éducation. Qu'entend-on en effet par "émancipation" ? En droit, depuis l'héritage romain, c'est la situation juridique d'un mineur qui se retrouve soustrait, avant sa majorité, donc prématurément et avant d'en avoir reçu une éducation complète, à l'autorité de ses parents (en particulier de son père), et devient capable de passer des actes juridiques engageant sa volonté. C'est aussi la situation de l'esclave soustrait à l'autorité de son propriétaire, en droit romain, sans avoir nécessairement conquis sa liberté.

Mais cette approche terminologique suscite une autre question : émanciper l'enfant est-il véritablement le but premier de l'éducation parentale ou scolaire ? Remontons en quelques lignes aux origines. Dans *La République* (375 a.e.c.), Platon considérait que l'éducation ne servait en vérité que de filtre social, de "révélateur", au sens chimique du terme, de la nature (métallique) des hommes. Elle garantissait ainsi la justice dans la société civile, en faisant correspondre les vertus naturelles (prudence, courage, tempérance) aux fonctions sociales (gouverner, défendre, nourrir) et, surtout, en interdisant à ceux qui n'y étaient pas prédestinés d'accéder aux charges les plus élevées. De ce point de vue, qui a longtemps dominé nos

systèmes éducatifs, il n'y a nulle émancipation par l'éducation. La posture opposée est tout aussi ancienne : les Sophistes d'Athènes, eux, considéraient que l'éducation qu'ils proposaient pouvait tout permettre à chacun, en jouant sur la primauté des acquis. Au nom d'un idéal qu'on dirait aujourd'hui démocratique (et de l'intérêt bien compris de la promotion de leur enseignement, dûment rémunéré), elle émancipait les plus humbles et leur ouvrait jusqu'aux portes élyséennes. C'est à Aristote qu'on doit l'idée que l'éducation des jeunes, et en premier lieu la formation des esprits, est un enjeu public, plutôt qu'une entreprise individuelle. Pour lui, c'est précisément l'existence d'une classe moyenne éduquée qui assure le devenir social : ses individus émancipés des certitudes du commun font de la cité l'équivalent d'un système entre les organes institutionnels duquel ils circulent. Si l'on présente parfois la maïeutique socratique comme l'ancêtre de la démarche d'investigation, faut-il plutôt chercher chez Aristote les racines d'une éducation émancipatrice ?

Bibliographie

Auteur 1 & Auteur 2 (2012).

Auteur 1 (2012).

Auteur 1 (2011).

Auteur 2 (2012).

BACHELARD G. (2005), *La Philosophie du non*, Paris, Presses Universitaires de France.

B.O.E.N. (2008a), Vol. 3, Paris, Ministère de l'éducation nationale.

B.O.E.N. (2008b), Numéro spécial Vol. 6, Paris, Ministère de l'éducation nationale.

B.O.E.N. (2010), Numéro spécial Vol. 4, Paris, Ministère de l'éducation nationale.

BOUVERESSE J. (1999), *Prodiges et vertiges de l'analogie*, Paris, Raisons d'Agir.

DESCARTES R. (2000), *Discours de la Méthode*, Paris, Flammarion.

DUHEM P. (1917), *Le Système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, Tome 5, Paris, Hermann.

EUROBAROMETRE 55.2 (2001), *Les Européens, la science et la technologie*, Bruxelles, Commission européenne.
<http://ec.europa.eu/COMMFrontOffice/PublicOpinion/index.cfm/ResultDoc/download/DocumentKy/54148>, consulté le 8 janvier 2016.

GALILEE (1989), *L'Essayeur*, Paris, Belles lettres.

CRABTREE S. (1999), « New Poll Gauges Americans' General Knowledge Levels », Washington, Gallup.
<http://www.gallup.com/poll/3742/new-poll-gauges-americans-general-knowledge-levels.aspx>, consulté le 8 janvier 2016.

GIORDAN A. & DE VECCHI G. (1994). *Les Origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé.

KEPLER J. (2003), *Somnium, seu Opus Posthumum de Astronomia Lunari; Kepler's Somnium — The Dream, or Posthumous Work on Lunar Astronomy*, Royaume-Uni, Dover Pub.

KUHN T.S. (1983), *La Structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion.

- LEVY-LEBLOND J.-M. (2001), « Science, culture et public : faux problèmes et vraies questions », *Quaderni*, volume 46, p.95-103.
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quad_0987-1381_2001_num_46_1_1513, consulté le 8 janvier 2016.
- MACH E. (1987), *La Mécanique. Exposé historique et critique de son développement*, Paris, Gabay.
- MANCHU (1989), *[Science]Fiction*, Paris, Delcourt.
- M.E.N. (2002), *Enseigner les sciences à l'école. Outil pour la mise en œuvre des programmes 2002*, Paris, CNDP.
- MONTESQUIEU (1993), *De l'Esprit des lois*, Paris, Flammarion.
- OCDE (2007), *Improving the Dialogue with Society on Scientific Issues*.
<http://www.oecd.org/dataoecd/18/37/42887346.pdf>, consulté le 8 janvier 2016.
- PELLAUD F., EASTES R.-E., GIORDAN A. (2004), « Des Modèles pour comprendre l'apprendre : de l'empirisme au modèle allostérique », *Gymnasium Helveticum*.
https://www.hepfr.ch/sites/default/files/profile_publications_other/gymnasium_helveticum_1.pdf, consulté le 8 janvier 2016.
- ROCARD M. (2007), *L'Enseignement scientifique aujourd'hui: une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe*, Bruxelles, Commission européenne.
http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf, consulté le 8 janvier 2016.
- ROUSSEAU J.-J. (2001), *Du Contrat social ou Principes du droit politique*, Paris, Flammarion.
- SALENÇON J. (2010). Allocution d'introduction du colloque « Cultiver la science. La formation continue des professeurs enseignant les sciences », Paris, avril 2010.
- SALTIEL E. & MALGRANGE J.-L. (1980), « 'Spontaneous' ways of reasoning in elementary kinematics ». *Eur. J. Physics*, 1, p.73-80.
- SUVIN D. (1977), *Pour une poétique de la science-fiction*, Québec, Presses Universitaires du Québec.
- TEMPIER E. (1999), *La Condamnation parisienne de 1277*, Paris, Vrin.