

**REVELER CE QUI DOIT DEVENIR L'EVIDENCE !
POSTURES DE LA DECOUVERTE MATHEMATIQUE A L'AGE
CLASSIQUE**

*Jean DHOMBRES**

A ses contemporains français, Voltaire donne à voir Isaac Newton en Sibylle, comme un être qui dévoile et qui révèle.

Dieu parle, & le Chaos se dissipe à sa voix ;
Vers un centre commun tout gravite à la fois,
Ce ressort si puissant l'ame de la Nature,
Etoit enséveli dans une nuit obscure,
Le compas de Newton mesurant l'Univers,
Leve enfin ce grand voile & les Cieux sont ouverts ¹

On s'inquiétera à peine qu'un compas puisse lever un voile, mais rien ne paraît impossible aux Lumières ! Le savant anglais était entré dans l'éternité onze années auparavant, et les vers de celui qui dépassait largement la quarantaine ont pu fixer en français le genre de la poésie didactique. Dans et par cette forme poétique, le savant apparaissait aussi louable que la nature elle-même. Car il en révélait les beautés vraies, celles qui assurent la cohérence de la machinerie de la nature. Telle devenait enfin au XVIII^e siècle l'interprétation du vers, *Felix qui potuit rerum cognoscere causas* des

* EHESS, CNRS

¹ Voltaire, Ode à Madame la marquise du Ch.**, *Elémens de la philosophie de Newton, mis à la portée de tout le monde, par Mr de Voltaire*, Amsterdam, Etienne Ledet et Cie, 1738, p. 5. Référence abrégée ici en *Eléments de la philosophie de Newton*.

Géorgiques², un vers que reprenaient nombre de scientifiques à la manière d'une devise dans leurs envois de textes aux différentes Académies des sciences européennes³. Ils signaient ainsi leur bonheur de chercheurs, mais je devrais plutôt dire de « trouveurs » ; ces scientifiques se voyaient sinon créateurs d'un nouveau monde, du moins capables de le perfectionner et même de le rendre optimal avec évidence, qu'ils se réclament ou non d'une foi en une providence divine. A l'instar du pratiquant Leonhard Euler qui, d'une plume quasiment naturelle malgré l'abondance des équations, publiait sur les meilleures formes de vaisseaux, ou celles des rames, aussi bien qu'il lançait la théorie analytique des nombres, et unifiait les calculs différentiel et intégral dus aux deux inventeurs plusieurs décennies plus tôt, Leibniz et Newton. Une contradiction de type épistémologique a forcément lieu à propos du jeu de l'évidence et du naturel d'une connaissance qui n'en requiert pas moins les raisonnements les plus nouveaux et les plus difficiles de la mathématique. Nous le savons d'ailleurs, et après ce vers sur le bonheur de connaître, par ce qui a longtemps été lu comme un contre coup ou une restriction, Virgile chantait d'autres vertus champêtres et rustiques, plus aisément reconnues comme naturelles, alors même que les références. Mythologiques sont savantes.

*Fortunatus et ille deos qui nouit agrestis,
Panaque Silvanumque senem Nymphasque sorores !⁴*

C'était pourtant, sous la forme particulière d'une mythologie naturalisée, l'autre forme d'une connaissance animée de la nature. Précisément, dans le genre de poésie didactique que Alexander Pope avait propagé par son *Essay on Man* quelques années avant Voltaire, cette autre connaissance n'était pas, ou n'était plus entendue comme antithétique de la connaissance savante, celle qui a besoin des concepts, des abstractions et des raisonnements codifiés. Pris entre tant d'autres, à propos de la construction navale, un poème abolit toute barrière .

Un compas à la main, l'immortelle Uranie
Préside à ces travaux, conçus par le génie ;
Change la poupe informe en un château léger ;
Accoutume Thétis à ce luxe étranger ;
Veut qu'un angle, qui fuit sous les vagues profondes,
Au tranchant de la proue ouvre le sein des ondes ;

² P. Vergili *Georgicon* II, 490. « Heureux qui a pu connaître les principes des choses.. » ; *Géorgiques*, trad. E. de Saint-Denis, Introduction, notes et postface par Jackie Pigeaud, Les Belles Lettres, 1998, p. 71.

³ Voir Ernest Maindron, *La fondation des prix de l'Académie des sciences, les lauréats de l'Académie, 1714-1880*, Paris, Gauthier-Villars, 1881.

⁴ P. Vergili *Georgicon* II, 193-194. Bienheureux aussi celui qui connaît les dieux champêtres, et Pan, et le vieux Silvain et les Nymphes sœurs !, trad. Citée, p. 71.

Révéler ce qui doit devenir l'évidence !

Postures de la découverte mathématique à l'âge classique

Dessine le timon qui doit régler son cours,
Et des flanc prolongés arrondit les contours...⁵

Le nouveau de la poésie didactique des Lumières est que les deux « connaissances », juxtaposées, ou peut-être opposées par Virgile, formèrent un temps un couple symboliquement complémentaire. Le moyen de cette poésie est un jeu de rôles : ainsi une abstraction scientifique essentielle à la nouvelle vision du monde comme la force d'attraction inventée par Newton, joue le rôle narratif autrefois assigné à une naïade ou autre divinité locale⁶. Le changement métonymique des anciennes appellations métaphoriques est dans le passage du local à l'universel que les lois de la nature permettent. L'on comprend pourquoi en France l'abbé Delille, traducteur poétiquement talentueux de Virgile et chantre des jardins, fut le maître le plus accompli de la poésie didactique, et André Chénier le plus inspiré⁷. La rêverie de ce poète sur le futur, sa prophétie en quelque sorte, garde la jubilation pour ce qui est nouveau dans la mesure où le vrai est mieux atteint. La poésie didactique n'est pas seulement représentation : elle accompagne un changement épistémologique, et une nouvelle vision du monde. En conséquence, le célèbre vers d'un poème remarquablement intitulé l'Invention, « sur des penses nouveaux, faisons des vers antiques », devient l'injonction qui vise à enrichir la poésie en se servant comme d'une prophétie de la forme mathématique et déterministe de la nature telle que dévoilée par Newton et ses semblables. Ceux-ci forment une théorie de mages et de génies.

Démocrite, Platon, Epicure, Thalès,
Ont de loin à Virgile indiqué les secrets
D'une nature encore à leurs yeux trop voilée.
Torricelli, Newton, Kepler et Galilée,
Plus doctes, plus heureux dans leurs puissants efforts,
A tout nouveau Virgile ont ouvert des trésors⁸.

Dans cette version heureuse des Lumières, se rattachant aux modes antiques tout en marquant l'avantage des Modernes, Virgile est enrôlé au service du progrès du savoir. Disparaît certes la sensualité tout intellectuelle des naïades, mais selon le goût d'alors,

⁵ J. Esménard, *La Navigation, poème en huit chants, avec des notes historiques et géographiques*, Giguet et Michaud, 1805-an XIII, t. II, chap. VI, p. 86.

⁶ Ainsi le fait Népomucène Lemerrier dans un long poème de plusieurs milliers de vers, publié en 1808 avec un sous-titre référant explicitement à Newton : *L'Atlantide, ou la théogonie newtonienne, poème en six chants*, Paris, Péchard, 1812. Voir Jean Dhombres, « La gloire de la science : culture et poésie vers 1800 », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 39-4, 1992, p. 551-574.

⁷ Jean Dhombres, « Entre objectivité et allégorie, la poésie de la jubilation scientifique, un genre littéraire culminant avec les idéologues et avec eux disparu », in D. Jacquart (éd.), *De la science en littérature à la science-fiction*, Editions du CTHS, Paris, 1996, p. 99-106.

⁸ André Chénier, *Œuvres complètes*, Gérard Walter (éd.), NRF, Gallimard, Paris, 1958, p. 125.

celles-ci ne meurent pas et s'installent prosaïquement sous forme de statues dans les jardins publics. Disparaît surtout le caractère tragique de la connaissance dû à l'ethos baroque et aux conditions intellectuelles de la Contre-Réforme⁹. Certains esprits d'un passé méprisé – il y en a forcément puisqu'il y a changement de mode et de forme – sont les métaphysiciens, et autres théologiens qui compliquent sans expliquer. La théologie naturelle, soutenue en Angleterre par les disciples de Newton, ne prend pas en France. Mais n'y sont pas rejetés les mathématiciens, comme si par leurs calculs et leur démarche analytique, ils rendaient réaliste la beauté du cosmos. Buffon doit battre en retraite lorsqu'il propose en 1749, contre Clairaut, une présentation métaphysique de la pensée mathématique. Même sous la houlette de Condorcet en France, les *Lettres à une princesse allemande* d'Euler¹⁰ ont cet air enjoué d'une connaissance naturelle, quoique fort agencée par la logique, et cet esprit correspond bien à une ancienne tradition protestante.

Pour certains critiques, hier déjà avec la Restauration, lorsque des « humanités chrétiennes » se mirent en place dans l'enseignement, tellement différentes des humanités des collèges d'ancien régime, la poésie didactique fut interprétée comme un antidote. Ces humanités chrétiennes mettaient l'ignorance des mathématiques au rang d'une vertu, et si personne si près des Lumières n'osait qualifier d'athées les mathématiques, beaucoup comme Mgr Frayssinous, imaginaient qu'elles conduisaient naturellement à l'incroyance, et donc qu'elles étaient peu « humanistes » dans le nouveau sens. La poésie didactique serait antidote, mais dérisoire, au supposé « désenchantement du monde » que la science mathématisée de Newton aggravait prétendument. De façon anachronique, on fit donc de la poésie didactique une préparation trop mal maîtrisée du romantisme, ce dernier mouvement présentant une face anti-scientifique, ses prophètes n'étant plus Galilée, Newton, Voltaire ou d'Alembert. On peut le dire autrement, et parler d'un *revival* d'une mentalité dramatique baroque sous la forme d'un anti-modernisme.

Pour une analyse particulière de la poésie didactique des Lumières en tant qu'elle se donne pour objectif général d'animer les fictions savantes en se mettant à leur service, m'intéresse le débat sur la part d'inspiration que comporte la découverte scientifique. L'analyse repose sur la représentation de cette inspiration, donc sur la

⁹ Cette disparition de la mentalité baroque se voit dans des poèmes didactiques en latin, soit de Boscovic, soit dans l'*Anti-Lucrèce* du Cardinal de Polignac. Voir Jean Dhombres, « Boscovic aux prises avec calcul différentiel et intégral : art nouveau et pratiques anciennes », in *Boscovic*, Enciclopedia Italiana, 1993, p. 437-465.

¹⁰ *Lettres de M. Euler à une princesse d'Allemagne sur divers sujets de physique et de philosophie*, Nouvelle édition par le Marquis de Condorcet et de la Croix, Paris, Royez, 1787-1789.

Révéler ce qui doit devenir l'évidence !

Postures de la découverte mathématique à l'âge classique

figure du génie qui peut appeler celle de la Sibylle¹¹. Justement, après la page de titre de l'ouvrage de Voltaire, les *Elémens de la philosophie de Newton mis à la portée de tout le monde* d'où sont tirés les vers cités en premier, une gravure dessinée par L.F. Dubourg et réalisée par Jacob Folkema, vient offrir de Newton un portrait qui, du moins au premier regard, l'expose à la façon d'une Sibylle. Mais ne va-t-on pas trop vite vers le poncif attendu ? Le sens précis de cette représentation, donc de la prophétie en science, sera notre question (ill. 1).



Illustration 1. Première gravure des *Elémens de la philosophie de Newton, mis à la portée de tout le monde* par Mr de Voltaire.

¹¹ Norwood R. Hanson, *Patterns of Discovery*, Cambridge University Press, 1958.

Le savant, le poète ... et la Dame

Assis dans les nuages sur le bord gauche supérieur de l'image, Newton désigne d'une main dans un geste d'évidence l'écliptique zodiacal sur la sphère céleste, et s'appuie de son autre main sur les deux branches fermement écartées d'un compas à pointes sèches, objet symbole à la fois de l'architecte et du géomètre. La représentation imagée ne montre aucun voile levé, en dépit de ce que les vers de Voltaire proclament. Le savant est revêtu de grands drapés, à l'égal d'un personnage antique et aussi solennel qu'un Archimède ou un Euclide représentés dans le tableau de l'École d'Athènes. Mais si la perruque de Newton est un rien échevelée, c'est bien pour que les contemporains puissent reconnaître sans hésitation le si célèbre chevalier, connu du public cultivé bien avant que Voltaire n'écrive, et qui allait être l'objet de tant d'éloges au cours du siècle¹². Le Newton de la gravure du livre de Voltaire ouvre de grands yeux aux noires pupilles nettement centrées, et ainsi a le regard vide mais droit de celui qui pense par lui-même. Newton ne bénéficie d'aucune inspiration extérieure, nous disent ces yeux si bien dessinés par l'image. Comment ne pas voir par opposition les grands yeux qui regardent de côté chez la Sibylle de Delphes telle que la peignit Michel Ange à la chapelle Sixtine, et qui fait l'objet de discussions dans le présent recueil ? Cet air de biais empêche le Newton de l'ouvrage de Voltaire d'être assimilé à une Sibylle. Mais il y a d'autres personnages dans cette gravure qui annonce quelque chose et qui prophétise, une femme sur la droite, et un homme assis à gauche en bas.

La tête de Newton vient nettement en avant du faisceau de lumière qui, par un élégant miroir elliptique, est plutôt renvoyé vers un soleil dont l'absence dans l'image est notable. Est ainsi évitée la suggestion d'un transcendant qui serait extérieur à l'homme de génie. Le miroir désigne le nom de l'allégorie -l'Optique-, sujet principal du livre au retentissant succès de Voltaire à propos de l'œuvre de Newton. Serait-ce là la Sibylle de la gravure ? Ne pouvant détacher ses yeux de l'auguste et austère visage auquel elle semble tendre ce miroir pour en recueillir le savoir, la blonde allégorie au sein nu de l'image est soutenue dans les airs par une guirlande de *putti*, à la manière de tant de Madones. Ces bambins ailés, si neufs au XVI^e siècle, étaient devenus usuels, sinon fastidieux dans les ouvrages jésuites. Ils symbolisaient désormais l'enseignement d'une science facile et plaisante, bien loin de l'austérité dogmatique des traités de

¹² Marjorie Hope Nicholson, *Newton demands the Muse, Newton's Opticks and the Eighteenth Century Poets*, Princeton University Press, 1946. Pour une recension des portraits de Newton, voir D.E. Smith, "Portraits of Isaac Newton", in W.J. Greenstreet (ed.), *Isaac Newton 1642-1727, A Memorial Volume*, Londres, G. Bell and Sons, 1927, p. 171-181; M. Piper, *Catalogue of Seventeenth Century Portraits in the National Gallery, 1625-1715*, Cambridge University Press, 1963, p. 248-251. Voir aussi, W.R. "Albury, Halley's ode on the *Principia* of Newton and the Epicurean revival in England", *Journal of the History of Ideas*, 39, n° 1, (jan-march 1978), p. 24-43.

théologie. On peut cependant avoir l'impression que l'austérité de la froide démonstration mathématique a pétrifié le poète, l'homme représenté assis sur la partie droite de l'image. N'est-ce pas plutôt l'importance philosophique du sujet qui l'oblige à un tel sérieux, qui est aussi celui de la poésie didactique¹³. Le poète oriente l'admiration vers un savoir qui transforme l'image que l'on se fait du monde naturel. On ne détectera pas de mélancolie sur le visage du poète. Cette mélancolie serait-elle par contre lisible sur le visage de Newton ? C'est possible ! Mais il ne faudrait pas se tromper de lecture, au point d'oublier que l'œuvre géométrique, parce qu'elle est l'œuvre du génie, est traditionnellement liée à la mélancolie¹⁴.

Le poète recueille donc le message de Newton, mais puisqu'il est couronné de lauriers, c'est qu'il parvient à dire autrement que Newton. Il décrypte le message de Newton dans une mission de vulgarisation : « mis à la portée de tout le monde » indique le titre de l'ouvrage de Voltaire. Ce serait là la mission de la poésie didactique. Par quels moyens ? Faut-il des personnifications ? Voltaire doit sa réussite d'auteur en l'occurrence de son ouvrage newtonien à la savante collaboration de son hôtesse, la marquise du Châtelet, dont on éditera plus tard la remarquable traduction française des *Principia mathematica philosophiae naturalis*. L'ouvrage latin était hérissé de formules mathématiques, et publié il faut quand même le rappeler, plus de cinquante ans avant l'éloge qu'en dresse Voltaire en 1738. La Muse représentée en optique, et dont la vue est de profil, non de biais, pourrait donc être ici la Marquise du Châtelet, à laquelle de fait l'ode est dédiée en préambule. Cette interprétation convainc, à condition de rappeler que Madame du Châtelet en savait bien plus en mathématiques que Voltaire. La preuve publique vint un peu plus tard avec la traduction de Newton, à laquelle Madame de Châtelet n'ajoute aucun commentaire. Car si elle donne à mieux lire Newton, elle ne vulgarise pas à la façon de Voltaire, et sa traduction tient compte des commentaires de l'édition latine des *Principia* des PP. Jacquier et Le Sueur¹⁵. On doit garder en tête la personnification féminine de l'Optique. Ce n'est pas la Nature elle-même, ou du moins, c'est une nature savante, restreinte même à l'un de ses effets par le jeu analytique des mathématiques, et pourquoi ne pas dire une nature newtonienne dans sa pureté d'origine, délestée des gloses savantes ?

¹³ Bien des gravures de l'ouvrage de Voltaire sont des réemplois. Bruno Jammes, "Le livre de science", in H.J. Martin, R. Chartier (dir.), *Histoire de l'édition française*, t. II, Paris, 1984.

¹⁴ Raypond Klibanski, Erwin Panofski, Fritz Saxl, *Saturne et la mélancolie : étude historique et philosophique : nature, religion, médecine et art*, Paris, trad. fr. Fabienne Durand-Bogaert, Louis Evrard, Gallimard, 1989.

¹⁵ La traduction française complète de Newton parut en 1759, dix années après la mort de Gabrielle-Emilie Le Tonnelier de Breteuil, marquise du Châtelet (Principes mathématiques de la philosophie naturelle). Voir I.B. Cohen, « The French Translation of Isaac's Newton Principia », *Archives internationales d'histoire des sciences*, 221, 1968, p. 261-290.

Que peut donc signifier la posture même de Newton, qui aurait impérativement besoin d'un interprète comme Voltaire ? Cet interprète serait celui qui, avec souci d'équilibre, réconcilie la théorie avec la Nature, avec l'humanité même qui n'est qu'une partie de cette Nature. La théorie ne se voit pas directement dans la Nature, et le génie scientifique de Newton n'est pas représenté comme relevant du divin et du transcendant, mais comme législateur impérieux de la nature, qui fournit la raison des choses vues. L'œil cette fois ne peut manquer de voir la large équerre lumineuse qui zèbre la gravure, et compte tenu de la position du miroir ne respecte pas les lois de la réflexion de l'optique. Dans l'angle droit, symbole même de la rectitude intellectuelle, est installée la personnification de l'Optique en tant que connaissance de la Nature désormais soumise au joug d'une loi que Newton a trouvée, et l'autre bout de cette équerre vient éclairer la feuille de papier sur laquelle travaille le poète qui dit la découverte. Il annonce prophétiquement sa signification pour l'humanité. Sommes-nous prêts à admettre que la Sibylle est ici Voltaire, ou s'agit-il d'une rhétorique d'image ?

Comment prophétise Voltaire ?

En ce qu'il façonne un domaine de la connaissance de la Nature dont rend compte le poète le plus sérieusement, le futur que projette Newton dans cette gravure ne peut pas être inquiétant. Mais pourquoi entrerait-il dans le projet du dessinateur, et dans celui de Voltaire, de montrer un Newton rassurant ? Serait-ce répondre à une angoisse métaphysique qui saisirait l'homme des Lumières face à la construction mathématique de l'univers newtonien ? Une telle interrogation est anachronique et il y a méconnaissance de ce que signifie la philosophie naturelle dans la mentalité de la culture européenne dans le deuxième tiers du XVIII^e siècle. Il ne me paraît pas utile d'insérer cette gravure dans une version dramatisée de la crise de la conscience européenne dont parlait si bien Paul Hazard. L'historien décrivait une situation du tout début du siècle, situation que le nom de Pierre Bayle identifie assez bien¹⁶. La version définitive pour les savants des *Principia* de Newton parut à Genève un an après l'œuvre de Voltaire, et nous l'avons vu comme résultat du travail de deux religieux. Un tableau conservé au Musée des Beaux-Arts de Nantes les représente, deux savants calmement installés dans un bureau, travailleurs de l'écrit et des formules algébriques : le télescope qui oriente la scène n'est pas consulté et il est seulement le rappel des observations de Galilée. Elles ont permis à l'ordre de la mécanique céleste de s'installer et il y eut une

¹⁶ Paul Hazard, *La crise de la conscience européenne, 1680-1715*, Paris, Librairie générale, 1994 (1^{ère} édition, 1935).

Révéler ce qui doit devenir l'évidence !

Postures de la découverte mathématique à l'âge classique

crise correspondant au déclin de la métaphysique aristotélicienne, mais l'apaisement vint enfin de Newton¹⁷.



Illustration 2 : Les deux savants commentateurs Thomas Le Seur et François Jacquier (*Mathesosos professorum*) des *Principia* de Newton, *Perpetuis Commentariis illustrata, communi studio*.

¹⁷ Jean-François Baillon, dans son étude des portraits de Newton, insiste sur la laideur de Newton ("on est savant, ou on est séduisant), et sur "la charge d'inquiétude de la science qui décentre systématiquement les anciens repères", de sorte que l'image de Newton doive être rassurante. Voir *Images et imaginaires du génie scientifique à travers les portraits d'Isaac Newton en France et en Angleterre au XVIIIe siècle*, *Revue de la Bibliothèque nationale de France*, 4, 1994, pp. 25-29.

En utilisant la rhétorique de la démonstration, le livre même de Voltaire se veut paradoxalement une illustration de l'évidence newtonienne. Ainsi, la pesanteur prend-elle le nom d'attraction, mais quoiqu'elle soit universelle et naturelle, elle est quand même appelée « newtonienne ». Cette qualification d'une loi physique par un nom propre, n'est peut-être pas une première, puisqu'il y avait eu auparavant, décrites avec la même évidence, d'une part la « poussée d'Archimède » qui fait l'équilibre des bateaux¹⁸, mais plus récemment la « loi de Galilée » pour la chute des corps pesants à la surface de la Terre¹⁹. C'était devenue la loi pilote de la révolution scientifique, et nous devons voir comment Voltaire l'utilisa dans son ouvrage, qu'il termine par la prophétie annonçant l'étendue de la théorie de l'attraction. Ce qui fait boucle sur l'image initiale. Voltaire, en Sibylle, annonce les suites possibles de la science éclairante que l'imagination de Newton a inventée. Ces suites deviennent naturelles à la pensée humaine dont elle font le bonheur.

« Voilà ce que nous avons à dire des principaux effets de l'Attraction Newtonienne, telle que ce fameux Mathématicien l'a imaginée, en la regardant comme la cause unique de la réfraction de la Lumière, & comme le premier ressort du Mécanisme de l'Univers. Il est vrai qu'en qualité de philosophe, il leur assigne un empire bien plus vaste dans la nature, en réduisant sous ses loix toutes les opérations de la chaleur, le mélange des Mixtes, leurs décompositions, & l'électricité qu'on remarque dans l'ambre, le diamant, la cire d'Espagne et autres corps de cette nature ; mais nous n'entrerons point dans ce détail, parce qu'il nous méneroit trop loin & qu'il n'a aucun rapport à la Géométrie, que nous n'avons point perdu de vûe dans tout cet Ouvrage »²⁰.

« Heureux le sage instruit des lois de la nature, /Qui du vaste univers embrasse la structure, /Qui dompte et foule aux pieds d'importunes erreurs, /Le sort inexorable et les fausses terreurs »²¹. Ainsi l'abbé Delille traduisait-il Virgile en vers français, et c'est une bonne appréciation aussi pour la jolie rhétorique de Voltaire qui, une fois lancé dans la structure de l'univers, joue la dénégation de trop prétendre démontrer. Il ne donnera donc pas le « détail » qui mène « trop loin », et qui pourtant signale la richesse d'une nature que l'on avait un peu perdue dans les explications théoriques, si loin de Pan et du vieux Sylvain, le dieu des troupeaux et des nymphes des bois, traduisait Delille. Il y a

¹⁸ J'avoue ne pas être sûr de l'ancienneté de l'appellation « poussée d'Archimède », mais l'association du Syracusain à l'équilibre « naturel » des bateaux est très ancienne.

¹⁹ Galilée est sans doute mentionné dans la gravure du livre de Voltaire par le fil à plomb en forme de pendule sur la droite de la gravure. La non célébration de Galilée n'est pas seulement due à une gêne catholique : elle est une gêne universitaire car il y a eu destruction de positions scolastiques. Ce n'est qu'après le passage de Kant, et le renouveau de la métaphysique, que Galilée pourra à nouveau être célébré par les « doctes ».

²⁰ *Elémens de la philosophie de Newton*, p. 398.

²¹ Jacques Delille, *Les Géorgiques de Virgile en vers français*, Paris, L.G. Michaud, 1818, p. 143.

dans cette liste d'éléments matériels splendides énumérés par Voltaire une bonne partie des thèmes de la physique et de la chimie du début du XIX^e siècle, avec aussi bien la théorie de la chaleur que la théorie de l'électricité, et jusqu'aux théories moins efficaces de l'affinité chimique²². Aussi, le ton assuré des prophéties sur l'avenir de la physique et de ses explications sous le joug newtonien, va de pair chez Voltaire avec la mention du rigoureux travail de géométrie et de ses figures. Il y a encore forme de prophétie, mais elle établissait que la physique à venir, par son goût du matériel, ne sera plus soumise au joug de la géométrie, et à son écriture sibylline de formules algébriques. Ces formules, on les trouve pourtant dans une vignette utilisée pour l'édition érudite (« étude ordinaire ») des *Principia* de Newton, édition dont nous avons vu l'image des calmes responsables. Elle a été dessinée par Delamonce et gravée par Daudet. C'est un *putto* en effet qui écrit sur une tablette : il ne dessine pas comme celui qui, avec un compas trace un cercle vu en ellipse sur le sol. Pas plus que le *putto* ne participe comme d'autres à des expériences, comme celui qui regarde dans la lunette astronomique, symbole éclatant du Galilée et du *Messenger des Etoiles* de 1611. Une personnification féminine semble méditer ces formules écrites par le *putto*. Sans aucun doute, cette vignette offre des mathématiques un sens différent de celle où Voltaire s'est représenté, alors que dans son ouvrage il n'y a aucune formule.

²² Voltaire est un prophète bien informé par le passé, puisqu'il suit les *Queries* de Newton dans *Opticks*, un ouvrage paru d'abord en 1704. Mais ces questions de Newton ne trouveront des débouchés qu'au moment d'un *revival* du génie, avec le programme de physique « newtonien » à la fin du XVIII^e siècle, Laplace pouvant passer pour l'organisateur un temps heureux de ce mouvement. Voir Robert Fox, *The Rise and Fall of Laplacian Physics*, *Hist. Studies Phys. Sc.*, 1975, 4, pp. 89-136 ; Jean et Nicole Dhombres, *Naissance d'un pouvoir, sciences et savants en France, 1793-1824*, Paris, Payot, 1989.

ISAACO NEWTONO, EQ. AURATO.

Perpetuis Commentariis illustrata, communi studio

PP. THOMÆ LE SEUR & FRANCISCI JACQUIER

Ex Gallicanâ Minimorum Familiâ,

Matheseos Professorum.

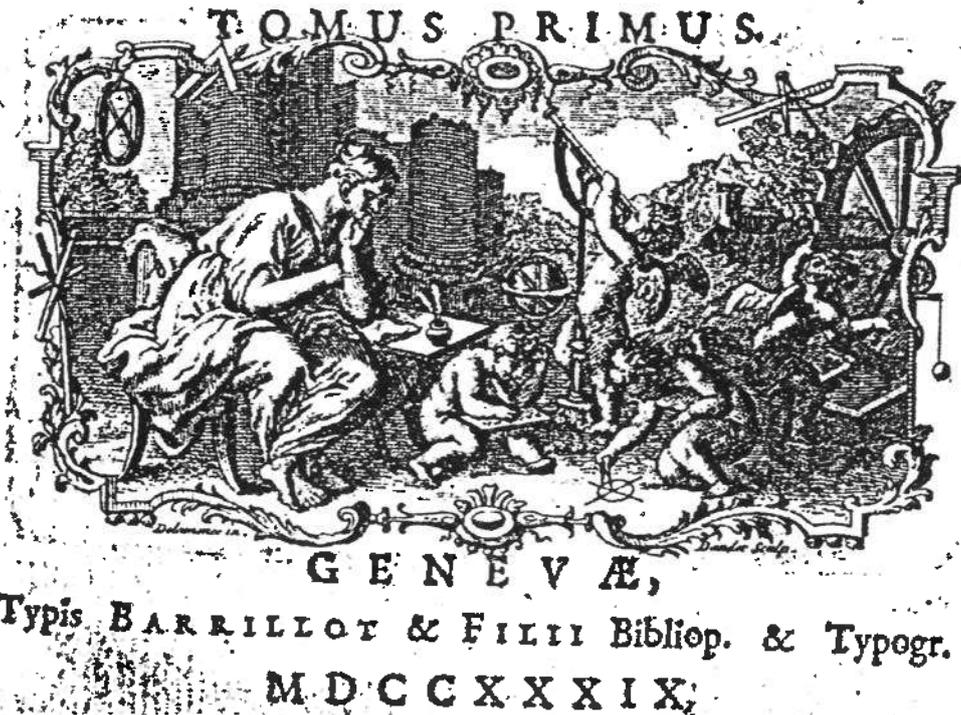


Illustration 3 : vignette du frontispice de *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* des PP. Thomas Le Seur et François Jacquier, publié à Genève, en 1739

Est pourtant jolie la posture finale de Voltaire, car elle valorise son ouvrage pour en fait ressortir la rigueur et toute la filiation newtonienne. Selon l'image venue en premier, l'inspiration de Newton dirige l'optique en tant qu'elle est science explicative de phénomènes du visible, et sur ce monologue travaille le poète couronné de lauriers. Il est assis devant une table dont les courbes sont encore celles de la Régence, mais il ne dessine pas des courbes géométriques. Ce sont des mots, d'ailleurs écrits de droite à gauche par l'effet d'impression de la gravure, et ils s'alignent sous sa plume sans que le spectateur ne puisse voir de symboles algébriques sur la feuille bien à plat sur le bureau. Or, très heureusement, c'est une figure avec des courbes qui sert particulièrement au cœur de l'ouvrage de Voltaire, et dont elle fait la valeur de démonstration. Voyons sur cette image des noms de planètes, dont la nôtre, s'inscrire comme autant de divinités sur un dessin bien abstrait des trajectoires géométriques des dites planètes.

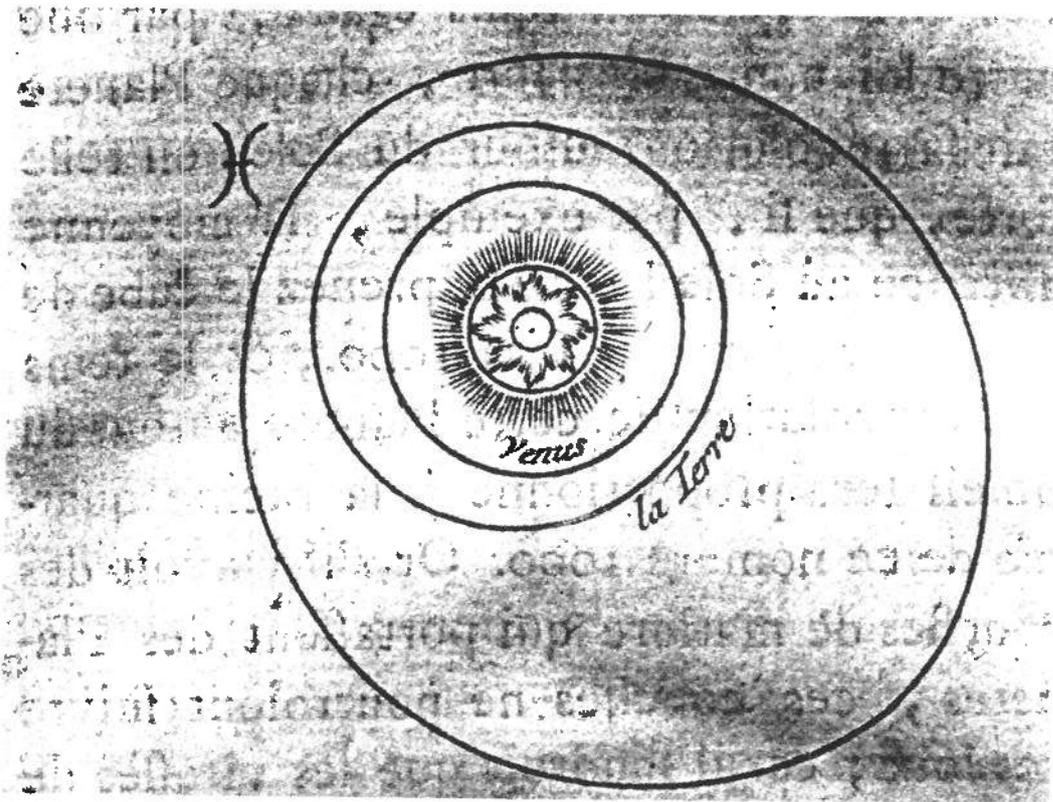


Illustration 4. Figure de la page 203 des *Elémens de la philosophie de Neuton*.

Par cette figure sur laquelle est accentuée l'excentricité des trajectoires elliptiques des trois planètes, Mars, Vénus et la Terre, par la forme donc, l'idée est rendue sensible que le « torrent de matière subtile » censé selon Descartes faire avancer les planètes, en se serrant lorsque les trois planètes sont proches à la façon « d'un Fleuve rétréci dans ses bords », devrait en accélérer le mouvement. Rarement une image géométrique aura-t-elle comporté un tel réalisme. Or, poursuit Voltaire dans une démonstration de pur raisonnement, qui n'en fait pas moins appel au regard, et joue des apparences qu'il faut corriger pour bien parler :

Quand Mars paroît dans le Signe des Poissons, Mars, la Terre & Venus sont à-peu-près dans cette proximité que vous voyez : alors le Soleil paroît retarder de quelques minutes, c'est-à-dire que c'est la Terre qui retarde ; il est donc démontré impossible qu'il y ait là un torrent de matière qui emporte les Planetes ; donc ce tourbillon n'existe pas²³.

L'évidence de l'image du fleuve, ou encore l'efficacité d'une géométrie qui donnerait par des lignes rapprochées à voir comme un courant dans les trajectoires célestes, est renforcée par du quantitatif sans lequel il ne saurait y avoir science mathématisée. La loi des aires de Kepler est dûment mentionnée pour venir en aide à la démolition de la théorie de Descartes et de ses tourbillons. Voilà du grand art rhétorique : dans cet exposé scientifique par Voltaire, l'image géométrique qui est devenue sensible par le truchement d'une image de nature, est en fait employée pour contredire un système. Il

²³ *Elémens de la Philosophie de M. Neuton*, p. 203.

ne s'agit pas de prouver logiquement le système newtonien, mais de le rendre possible en détruisant une autre vue. Le sensible, si l'on peut dire, sert par contradiction. Il n'y a pas déni de nature, mais sensibilisation par celle-ci que l'on ne saurait penser certaines abstractions. Le savant des Lumières dévoile, mais ne détruit pas la nature à la façon de l'ancienne scolastique. Cette façon, qui est celle de permettre une théorie en en détruisant d'autres, était aussi bien la manière de Galilée qui ridiculisait les aristotéliens et le soi-disant bon sens de ceux refusant le mouvement de rotation de la Terre sous le prétexte que la tête d'un homme irait plus vite que ses pieds²⁴.

L'image du tout début de l'ouvrage, Newton apparaissant en voyant solitaire alors que la science est une œuvre à multiples têtes, manifestait néanmoins que la vérité scientifique ne se donne pas à voir par une évidence immédiate. Des théories se succèdent, et c'est dans l'affrontement que l'évidence peut être utile pour démolir une théorie. En l'occurrence, l'évidence d'origine géométrique, assortie d'une interprétation naturelle ou physique, se dresse contre la partie du système cartésien faisant état de tourbillons et de fluides pour expliquer la gravitation. Voltaire ne résiste pas à prétendre que le succès de Descartes venait des temps encore trop peu soupçonneux du siècle précédent.

« Pour comble enfin, tout le monde voit ce qui arriveroit à deux fluides circulant l'un vis-à-vis de l'autre. Ils se confondroient nécessairement & formeroient le Chaos au lieu de le débrouiller. Cela seul auroit jetté sur le Système Cartésien un ridicule qui l'eût accablé, si le goût de la nouveauté, & le peu d'usage où l'on étoit alors d'examiner n'avoient prévalu »²⁵.

Ce ton n'est pas nouveau. C'était celui bien cartésien de Fontenelle en 1696, qui pour défendre les Modernes, prétendait que leur temps vint lorsque l'on « s'avisait enfin de penser »²⁶. Pour que le système de Newton ne soit pas à son tour victime du ridicule d'être un pur produit de fiction, multipliant des « êtres de raison » sans réalité, donc une théorie parmi d'autres systèmes et à son tour objet de fausses évidences, Voltaire évite les développements mathématiques autant que faire se peut. Et il s'emploie minutieusement à insérer l'attraction newtonienne dans une histoire. Elle devient l'histoire de l'esprit d'induction, et la longue durée du cycle historique que nous appelons plutôt « révolution scientifique », donne une telle impression de sérieux et de consensus des Modernes, qu'elle ne pouvait que déboucher sur le siècle des philosophes, justement dit des Lumières²⁷. Pour mesurer la distance parcourue dans ce travail de prophétie scientifique, on peut examiner une gravure de Van Veen en 1608

²⁴ Maurice Clavelin, *Galilée copernicien, le premier combat, 1610-1616*, Paris, A. Michel, 2004 ; *La philosophie naturelle de Galilée*, 2^e édition, Paris, A. Michel, 1996.

²⁵ *Eléments de la Philosophie de M. Newton*, p. 204.

²⁶ Préface à Guillaume de l'Hôpital, *Analyse des infiniment petits pour servir l'intelligence des lignes courbes*, Paris, Imp. royale, 1696, avertissement.

²⁷ Newton a donné un tout autre sens à la quête historique de ses prophéties.

Révéler ce qui doit devenir l'évidence !

Postures de la découverte mathématique à l'âge classique

dans l'édition des *Emblemata Horatiana* par laquelle est condamnée toute prédiction de l'avenir.



NE TE MET PAS EN SOIN DE VOULOIR PENETRER DANS L'AVENIR.

L'avenir est un fond dont tu n'es pas le maître,
Tous ces soins que tu prend roulent sur un peut-être,
Pourquoy donc endurer pour un mal incertain
Tant de travaux d'esprit & de peines certaines,
Les Cieux, les animaux sont regardés en vain,
Pour connoître le sort des fortunes humaines.

Illustration 5 : Otto van Veen, *Quinti Horati Flacci emblemata*, imaginibus in aes incisis, Notisque illustrata. P. 179 (publié chez H. Verdussen en 1607 à Anvers)

C'est avec cette façon de donner à l'attraction universelle le sens historique d'une évidence finalement acquise, que Voltaire est conduit à la dire newtonienne. Ce qui nous intriguait de prime abord. Voltaire est naturellement conduit à présenter certains savants à l'instar de prophètes ou d'annonceurs. Dans la mesure où ils permettent l'induction, ils annoncent la rectification de la voie scientifique vers les Lumières. Aujourd'hui, des historiens des sciences peinent à montrer à quel point la science est « construite » ; autrefois on le disait bien plus simplement en donnant un nom propre pour un effet, comme « attraction newtonnienne ». Mais on poursuit encore

aujourd'hui ce procédé chez les scientifiques, et en cosmologie ne dit-on pas effet de Hawking pour ce qui s'échappe quand même d'un trou noir ?

La trace quand même d'un désenchantement et son remède newtonien : l'analogie physique et la Lune qui tombe

On ne saurait pourtant négliger l'expérience intellectuelle qu'a pu représenter la déception d'avoir à modifier Descartes et ses évidences, un des premiers Modernes, et ce fut pour un Voltaire et bien d'autres le vrai désenchantement. Il rendait d'autant plus précieuse l'œuvre même de Newton. Galilée est donc placé par Voltaire aux premières loges, en tant que « restaurateur de la raison en Italie »²⁸. Mais Voltaire n'utilisera que la loi de la chute des corps, cette physique terrestre, précisément celle que l'on nomme « loi de Galilée ». Car la « sublime théorie de Neuton » vient s'élaborer sur des mesures géodésiques, encore imprécises mais en amélioration, et certainement pas sur le système cartésien. Le sublime est à trouver dans la prévision d'une induction qui s'avère au final très simple dans la mesure précisément où Voltaire, si peu mathématicien, parvient à la dire et à en dévoiler le sens. Newton fait « tomber » la Lune selon « la même cause » par laquelle tombent les corps terrestres, et la trajectoire elliptique de la Lune autour de la Terre, sa forme mathématique réglée par une équation, devient une explication. Elle est d'abord paradoxale, et donc non naturelle, fort éloignée d'une évidence.

La même cause qui fait tomber les corps sur la Terre, dirige la Lune autour de la Terre²⁹.

Mais la courbe que décrit la Lune fait la démonstration, et on peut difficilement rêver de démonstration plus géométrique, ou mieux figurée. La dira-t-on évidente après coup ? La courbe est prise comme un réel. La gravure (illustration 3) donne d'ailleurs un certain réalisme à la Terre, représentée par un globe avec une ombre pour en faire percevoir le relief, alors que l'image est plane. En même temps, et c'est l'avantage du dessin de se donner à voir en totalité, une figure mathématique est dessinée abstraitement sur la trajectoire plane pensée naturelle ou réelle de la Terre. On ne peut que « voir » le parallélogramme ACBD, installé dans les cieux, alors que ce ne peut qu'être un artifice de raisonnement. Cet artifice met en évidence la forme de la trajectoire ; il vient justifier qu'en un sens de calcul, et contrairement à la naïveté de bon sens, la terre « tombe » bien. C'est cette évidence que cette simple figure doit démontrer.

²⁸ *Eléments de la Philosophie de M. Neuton*, p. 217.

²⁹ *Eléments de la Philosophie de M. Neuton*, p. 233.

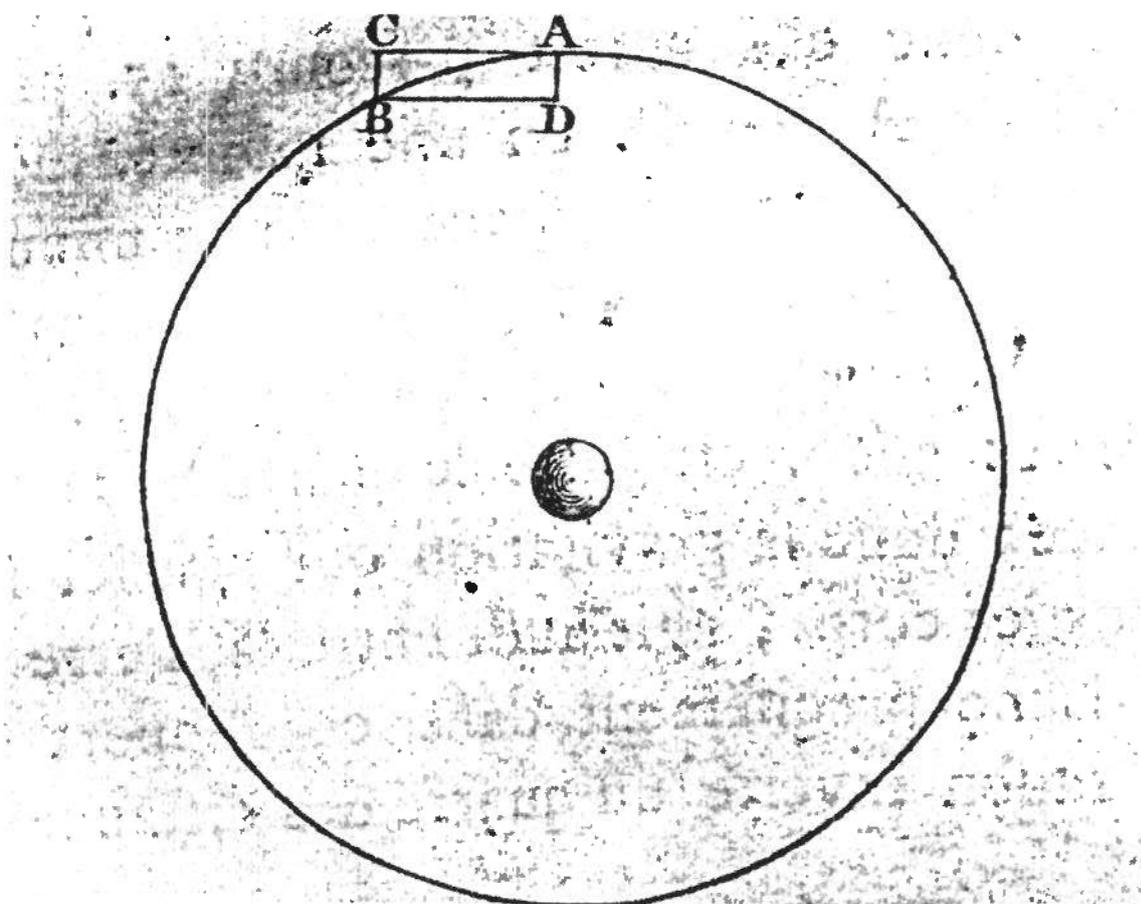


Illustration 6. La Lune « tombe » : gravure de la page 233 des *Elémens de philosophie de M. Newton*.

Dans la démarche adoptée par Voltaire, il s'agit de faire « voir » la loi d'attraction à partir du mouvement de la Lune que les astronomes et les marins connaissent désormais si bien. Il lui est utile de donner toute leur place aux « événements » de l'histoire des sciences, et tout « naturellement » de les faire arriver dans l'ordre inverse de la chronologie. L'induction ne devient évidente qu'une fois comprise toute la séquence qu'elle comporte. La « chute » à proprement parler de la Lune autour de la Terre est effectivement mesurée par la longueur CB qui est vue sur la figure, alors que « la Lune dans son moyen mouvement est tombée de A en B ».

« Elle a donc obéi à la force de projectile, qui la pousse dans la tangente A, C, & la force, qui la feroit descendre suivant la ligne A, D, égale à B, C ; ôtez la force qui la dirige de A, en C, restera une force qui pourra être égalée par la ligne C, B... »³⁰.

Le parallélogramme n'est pas seulement un artifice : il donne le réel de la courbure, et la courbure fait l'attraction. La Lune devrait en effet suivre la tangente (un côté du parallélogramme), mais de fait en une minute de temps elle suit une trajectoire courbe, et voilà le deuxième côté du parallélogramme. Le parallélogramme inscrit le temps dans l'espace et permet la grande idée de Newton : la seule courbure de la trajectoire réduite à la forme du parallélogramme renseigne sur la force qui fait se mouvoir la Lune autour de la Terre.

La démonstration de la prophétie, ou la mise en évidence

Il faut maintenant avec Voltaire, et comme Newton avant lui, entrer dans du quantitatif, car si le monde obéit à une idée, c'est qu'il y a possibilité de mesure d'un effet. La longueur AB parcourue par la Lune en une minute de temps vaut 187 961 pieds, et la chute CD vaut alors 15 pieds : telles sont les données numériques acquises par les astronomes. Une telle longueur de « chute » en une minute correspond, du moins grâce à la loi de Galilée dont l'intervention devient essentielle, à celle divisée par 3600 d'un corps en chute libre à la surface de la Terre. C'est ce qu'ont établi les physiciens par l'expérience, qui n'ont pourtant pas manipulé la Lune mais de petits globes descendant sur un plan incliné à notre échelle humaine. La généralité de la loi de Galilée est de valoir à toutes les échelles : la nature est pensée uniforme dans ses régulations. Puisque ce nombre 3600 est le carré de la distance de la Terre à la Lune mesurée avec le rayon terrestre comme unité, il y a conclusion possible. Et la loi quantitative d'attraction peut être énoncée sous forme de loi de la nature.

« Donc la gravitation qui agit ici sur tous les corps, agit aussi entre la Terre & la Lune précisément dans ce rapport de la raison inverse du quarré des distances.

Mais si cette puissance qui anime les corps, dirige la Lune dans son Orbite, elle doit aussi diriger la Terre dans le sien & l'effet qu'elle opère sur la Planète de la Lune, elle doit l'opérer sur la Planète de la Terre. Car ce pouvoir est par-tout le même...il faut avouer alors que toute la Nature la démontre... »³¹.

Voltaire simplifie la fameuse proposition IV du livre III des *Principia* de Newton. Dans ce dernier ouvrage et pour cette proposition, il n'y a aucune figure, mais un jeu de calculs numériques qui sont joints à des références de propositions, lemmes, corollaires

³⁰ *Elemens de la Philosophie de M. Neuton*, pp. 233-234.

³¹ *Elemens de la Philosophie de M. Neuton*, p. 234.

pris dans tout l'ouvrage, selon la manière euclidienne. Mais il y a aussi dans l'ouvrage de Newton, et contrairement à la pratique purement mathématique, des références aux mesures de Tycho Brahé, Kepler, Copernic, Huygens, ce dernier remplaçant Galilée qui n'est pas ici nommé par Newton. Le raisonnement conclusif par contradiction fait intervenir l'expérience, à partir de deux règles qui servent pour le raisonnement en philosophie naturelle, en permettant l'induction. Le voici dans la traduction anglaise de Andrew Motte de 1729, qu'a pu lire Voltaire.

And therefore (by Rule 1 and 2) the force by which the moon is retained in its orbit is that very same force which we commonly call gravity; for, were gravity another force different from that, then bodies descending to the earth with the joint impulse of both forces would fall with a double velocity, and in the space of one second of time would describe 30 1/6 Paris feet; altogether against experience³².

En faisant une histoire, et une histoire philosophique de Galilée à Newton tout en mettant l'expérience numérique en place, Voltaire a réussi à rendre évidente la « démonstration » par induction de la loi de l'attraction universelle des masses en raison inverse du carré de la distance. Ce chef d'œuvre de popularisation scientifique ne remplace certainement pas les démonstrations mathématiques aussi bien que géodésiques, mais il permet au profane de s'y intéresser. Ne serait-ce que pour comprendre pourquoi le parallélogramme est dessiné comme un rectangle, sans pourtant que l'un des côtés ne soit dirigé vers la Terre qui nécessairement fait l'attraction ! Et l'on voit que la trajectoire de la Lune n'est pas vraiment précisée comme elliptique. L'image requiert donc une vérification bien plus technique. Mais l'on devine aussi que l'attraction universelle ainsi induite peut apporter du nouveau dans bien d'autres domaines de la physique. On revient ainsi au thème de la « prophétie » qu'offrait l'image donnée en premier, une prophétie sur la poursuite de la connaissance humaine.

En s'arrêtant sur la réussite de la popularisation scientifique, et en insistant sur ses insuffisances de précision scientifique, on ne voit pas suffisamment la part d'intelligibilité produite par le récit historique que Voltaire donne de la science, et l'inscription sensible d'une figure de géométrie. Conformément à l'image choisie en début de son ouvrage présentant Newton en chair et en os si l'on peut dire, au lieu d'en faire une figure pouvant prendre les traits symboliques d'un Archimède en *princeps mathematicorum*, preuve est donnée qu'il n'y a pas révélation de l'évidence finale. Elle est certes loi universelle de la nature, mais on ne la prouvera jamais logiquement. C'est l'objection que Karl Popper tiendra à redire à longueur de pages au XX^e siècle, et comme tant d'esprits tenaient déjà à le dire dès Newton connu, au point que son

³² *Sir Isaac Newton Principia*, vol.II, The system of the World, Mottes's translation revised by Cajori, University of California Press, 1934, p. 408.

système gardait son nom quoiqu'il fût pensé comme objectif et absolument vrai³³. L'attraction newtonienne, attrapée par induction selon la présentation de Voltaire, est loi de la science en ce sens qu'elle trace une voie pour la science. Mais elle n'en est pas pour autant une loi contre la nature, ou qui dénaturerait. La loi dévoile la nature. L'image, si elle donne à voir l'Optique regardant Newton plutôt que les instruments ou les phénomènes naturels, ne crée donc aucun hiatus. Telle était l'utopie heureuse des Lumières ; c'était aussi l'abandon de la formule baconienne d'un viol de la nature pour que la science fût.

Newton n'est pas présenté comme un médiateur en raison de son invention, mais il faut la médiation de certains esprits pour que la science soit rendue évidente, ou mieux dit encore, naturelle. Voltaire endosse fort bien ce rôle. On parlera du « divin » Newton, comme on avait parlé du « divin » Archimède, pour célébrer leur génie propre. Dans le célèbre « enfin Newton vint » de Pope traduit par Voltaire, ce dernier en Moderne s'amuse du mot « enfin ». Car il présuppose peu doués les gens d'avant, Descartes premier visé, ou ceux d'un naturel trop grossier, et utilise ce mot pour indiquer le déroulement de correction de tout un processus de connaissance. Il n'avait rien *a priori* d'inéluctable, et ne prend un sens déterminé qu'une fois la parole accomplie. Telle est souvent la parole des prophètes.

S'il prépare en un certain sens le positivisme et le cheminement du progrès, Voltaire n'en garde pas moins le sens de l'événement que Galilée ou Newton peuvent créer, la parole savante comme donnant sens à la longue gestation des mesures terrestres ou astronomiques dont la précision fut si précieuse pour la préparation des inductions scientifiques et leurs vérifications. On peut convenir que Voltaire prépare une histoire de l'évidence, mais c'est plutôt une histoire de la banalisation, ou appropriation commune, et elle serait alors l'histoire de la pensée cartésienne, ce que Voltaire ne peut dire, tenu par son « désenchantement » sur Descartes³⁴. Dans l'image retenue pour expliquer la philosophie de Newton, la Sibylle n'est pas Newton, mais bien Voltaire, car il donne à voir naturellement l'invention, dit l'évidence finale de la longue quête, et transcrit le génie législateur.

Et pourtant l'anticipation cartésienne : *Mais je veux bien, en passant, vous avertir...*

A ce point des réflexions suscitées par le thème des Sibylles lorsqu'il est appliqué à la connaissance scientifique représentée au XVIII^e siècle, n'est-il pas temps d'envisager un autre aspect de la prophétie ? C'est celui qui tient à l'évidence que ce type de discours atteint une fois que la prophétie est réalisée. C'est cette évidence que l'on

³³ Karl Popper, *Le réalisme et la science. Post-scriptum à La Logique de la découverte scientifique*, I, trad. fr. A. Boyer, D. Andler, Hermann, Paris, 1990.

³⁴ Jean Dhombres, La question du repère chez Descartes et dans la postérité cartésienne. Essai sur le concept de banalisation en histoire des sciences, *Réminiscences*, 4, 2000, pp. 27-77.

perçoit dans le redressement frontal du regard de Newton, par rapport au regard de biais de la Sibylle de Delphes représentée par Michel Ange C'est lorsque le sibyllin est dissipé que l'on comprend qu'il ne s'agit pas d'une révélation, qu'il y avait eu des signes avant-coureurs, et qu'ainsi la prophétie peut elle-même servir pour ordonner un récit raisonné. On ne sera pas étonné que j'en vienne alors à Descartes, quoiqu'il ait été présenté par Voltaire comme un mauvais prophète en raison de l'imagination des tourbillons. J'aborde maintenant l'évidence cartésienne en ce qu'elle est préparée. Car cette évidence ne peut pas être dite après coup. Autrement dit, chez Descartes, le rôle de la Sibylle est tenu par le raisonnement même. Telle est l'expérience intellectuelle majeure de Descartes qui ne peut qu'être celle d'un métaphysicien.

Je devrais choisir ici d'expliquer la loi de la chute des corps, ou loi de Galilée qui fut instrumentée par Newton et Voltaire, comme nous l'avons vu. Mais ce point de vue exigerait un trop long développement technique³⁵. Pour couper court, mais dans le même esprit, je vais plutôt évoquer l'un des titres de gloire de Descartes, le raisonnement algébrique dont on se fait encore aujourd'hui gloriole en France de le trouver sibyllin, et contre nature. Je vais m'attacher à ce que ce raisonnement permet comme anticipation, un autre mot pour prophétie. Qu'est-ce qu'une anticipation de ce qui va devenir évidence ?

Le style de l'évidence anticipée n'est pas généralement attribué à Descartes, même si communément encore on le voit éloigné de la rhétorique menteuse. Mais il n'y a guère de moyen rhétorique plus assuré pour convaincre immédiatement un lecteur qu'une méthode est naturelle, ou encore évidente, que de la signaler après coup, une fois le bon coup réalisé. Voyez, vous aviez déjà compris ! C'est, croit-on généralement, la posture que Descartes adopte dans sa *Géométrie*, l'essai qui vient clore le livre de 1637 connu sous le nom de *Discours de la méthode*, cinquante années avant la publication des *Principia* de Newton dont nous avons vu la glorification dans l'allégorie de Dubourg. Le passage que je choisis dans ce texte est dérangent :

« Mais je veux bien, en passant, vous avertir que l'invention de supposer deux equations de mesme forme, pour comparer separement tous les termes de l'une a ceux de l'autre, & ainsi en faire naistre plusieurs d'une seule, dont vous aués assez vû icy vn exemple, peut servir a vne infinité d'autres Problemes & n'est pas l'une des moindres de la methode dont ie me sers »³⁶.

L'intrusion d'un « je » étonne dans ce passage qui est inséré après une « invention » tout à fait remarquable de Descartes, et qui n'a pas toute l'évidence pour elle puisqu'il doit la localiser après coup. Il s'agit de calculer la façon de mener une tangente à toute

³⁵ Voir Vincent Jullien, André Charrak, *Ce que dit Descartes touchant la chute des corps*, Septentrion, 2002.

³⁶ *Œuvres de Descartes*, C. Adam, P. Tannery (éd.), réimpression, Vrin, 1994, Paris, La géométrie, livre II, p. 423.

courbe algébrique. Descartes sera jaloux de sa méthode, au point de ne pas voir l'intérêt d'une méthode rivale chez Fermat. Cependant, dans l'extrait fourni ci-dessus, la méthode dont Descartes entend souligner l'intérêt n'est pas l'astucieux calcul d'une tangente, mais un excursus particulier qui prendra un nom en algèbre. Il s'agit de la *méthode des indéterminées*. Cette méthode tire parti du fait qu'un polynôme de degré donné non nul, c'est-à-dire une somme ordonnée de fonctions puissances comme on l'apprend au lycée depuis deux siècles au moins en s'arrêtant au terme de plus haut degré à coefficient non nul, ne peut s'écrire que d'une seule façon. Dès lors la seule égalité de deux polynômes de degré n suscite $n+1$ équations, l'égalité deux à deux des coefficients devant les puissances correspondantes des deux polynômes, coefficients en nombre supérieur d'une unité au degré des polynômes. C'est cette multiplicité déduite d'une unicité qui donne son intérêt à la méthode, et de nos jours encore elle fait partie de la panoplie des outils du mathématicien.

Dans son étude forcément caustique sur l'*ego scriptor* qui se veut délivré de rhétorique, mais en spécialiste précisément des combats au sein des discours, Marc Fumaroli assurait que Descartes installé dans la tradition anti-cicéronienne des sénéquistes de la fin du seizième siècle, pouvait cacher le genre rhétorique par la prévenance d'un « je », qui devenait audacieusement une « épiphanie de la première personne »³⁷ de l'auteur. En l'occurrence qui tient au sens du texte de nature mathématique que Descartes écrit, l'esprit de prévenance paraît bien modéré par l'expression « en passant » par laquelle il débute : c'est cette expression, évidemment rhétorique et forcément personnelle, qui étonne le plus sous une plume de mathématicien. Il est traditionnellement tenu à la linéarité d'un discours déroulé selon l'ordre en quatre temps de la démonstration euclidienne, et aux références obligées aux démonstrations antérieures. Il est vrai que dans les *Eléments* d'Euclide, le modèle de l'écriture mathématique jusqu'au XVII^e siècle, des scholies interviennent quelquefois. Sous forme de résumé d'un bout de la preuve, résumé pouvant s'avérer utile ultérieurement. La scholie n'intervient pourtant pas « en passant » : son énoncé est déplacé après la preuve complète d'une proposition, afin de mieux faire ressortir une technique particulière. L'en passant de Descartes a un autre but, celui d'éviter un paradoxe qui pourrait naître dans l'esprit du lecteur, interloqué par le fait qu'une seule équation parvienne à en donner plusieurs, contredisant une règle d'ordre, et faisant magie. Mais ce paradoxe de la multiplicité issue de l'unicité ne pourrait survenir que dans l'esprit d'un lecteur qui aurait bien assimilé le sens que Descartes donne à l'algèbre, et qui fait l'essentiel de la *Géométrie*, justifiant d'autant le modèle de vérité que fournit la pensée mathématique dans le *Discours de la méthode*.

³⁷ Marc Fumaroli, La diplomatie au service de la méthode. Rhétorique et philosophie dans le *Discours de la méthode*, in *La Diplomatie de l'esprit*, Hermann, Paris, 1994, p. 384.

Ce sens consiste en effet à anticiper les situations, à imaginer d'avance quoique de façon formelle et non explicite, la façon dont un problème (mathématique) doit pouvoir se résoudre. En inventant la notion de degré d'un problème, car degré de l'équation polynomiale qui lui est équivalente, Descartes grâce à l'algèbre, permet de vérifier par le dénombrement que l'on a tout fait lorsque l'on a obtenu le nombre de solutions correspondant au degré. L'évidence qui préside aux « longues chaînes de raison » dont parle si bien Descartes dans le *Discours*, tient à cette anticipation de la preuve, qui permet le parcours du raisonnement dans les deux sens. Il faut d'abord l'assurance que l'ordre permet d'atteindre tout ce qui est connu.

« Ces longues chaînes de raisons, toutes simples & faciles, dont les Geometres ont coutume de se servir, pour parvenir a leurs plus difficiles demonstrations, m'avoient donné occasion de m'imaginer que toutes les choses, qui peuvent tomber sous la connoissance des hommes, s'entresuiuent en mesme façon, & que, pourvû seulement qu'on s'en abstienne d'en recevoir aucune pour vraye qui ne le soit, & qu'on garde tousiours l'ordre qu'il faut, pour les deduire les vnes des autres, il n'y en peut auoir de si esloignées qu'on ne découure »³⁸.

Il y a aussi et surtout l'atteinte de ce qui n'est pas encore connu.

« Comme, en effect, j'ose dire que l'exacte observation de ce peu de preceptes que i'avois choisis, me donna telle facilité a demesler toutes les questions ausquelles ces deux sciences³⁹ s'estendent, qu'en deux ou trois mois que i'employay a les examiner, ayant commencé par les plus simples & les plus generales, & chasque verité que ie trouvois estant vne reigle qui me seruoit après a en trouuer d'autres, non seulement je vins a bout de plusieurs que i'avois iugées autrefois tres difficiles, mais il me sembla aussy, vers la fin, que ie pouvois determiner, en celles mesme que i'ignorois, par quels moyens, & iusques où, il estoit possible de les resoudre »⁴⁰.

A l'égard d'un lecteur qui mettrait en doute une telle expérience personnelle d'algèbre qui justifie le « je » de l'inventeur, Descartes a écrit dans son *Essai* la façon dont il a résolu généralement le problème de Pappus. Pour éviter d'écrire des équations, je me contente de signaler les premiers bouts des phrases de Descartes, afin que l'on entende sa progression, notant tout particulièrement le beau passage du « je » au « vous », qui correspond à la partie d'anticipation du résultat :

« Et, premierement, j'ay connu que, cete question n'estant proposée qu'en trois ou quatre, ou cinq lignes, on peut tousiours trouuer les poins cherchés par la Geometrie simple... »

« Puis j'ay trouué aussy que, lorsqu'il n'y a que trois au quatre lignes données, les poins cherchés se rencontrent tous, non seulement en l'vne des trois sections coniques,... »

³⁸ *Œuvres de Descartes*, C. Adam, P. Tannery (éd.), réimpression Vrin, Paris, 1994, p. 19.

³⁹ Il s'agit de l'Analyse géométrique et de l'Algèbre.

⁴⁰ *Œuvres de Descartes*, C. Adam, P. Tannery (éd.), réimpression Vrin, 1994, Paris, *Discours de la méthode*, p. 20-21.

« et ainsi vous voyés qu'en tel nombre de lignes données par position qu'on puisse auoir, toutes les lignes tires dessus...se peuvent tousiours exprimer chascune par trois termes... »

« Puis vous voyés aussi que, multipliant plusieurs de ces lignes l'une par l'autre, les quantités x & y , qui se trouuent dans le produit, n'y peuuent auoir que chascune autant de dimensions qu'il y a eu de lignes ».

Cette anticipation bien comprise de l'algèbre, la multiplicité déduite de l'unicité qui fait l'avantage de la méthode des indéterminées, paraît quand même contredire ce que Descartes a cherché à établir dans sa *Géométrie*. Ce dérèglement mérite une explication « en passant », car il s'agit de prendre conscience qu'il s'est passé quelque chose. Est devenu évident que l'objet polynôme, et Descartes se contente de l'appeler *équation*, n'est pas une valeur seulement numérique : la dimension d'un polynôme est son degré. Il y a une forme d'ontologie chez Descartes algébriste. A partir de cette constatation, on peut anticiper la façon dont fonctionnera la méthode des indéterminées, et prévoir la forme des calculs qui seront vraiment nécessaires, en particulier vérifier un nombre suffisant d'équations pour déterminer tant les inconnues que les indéterminées dont l'algèbre permet l'intervention. D'où le nom de la méthode, qui lui est resté. Je ne prétends pas ici mieux pouvoir expliquer sans entrer dans le calcul sur un polynôme, mais au moins avoir fait comprendre le jeu de l'expression « en passant » de Descartes. Elle est à l'intention de ceux que l'évidence du calcul efficacement mené aurait pu aveugler, ou aussi bien éblouir, au point de ne pouvoir se rendre compte de la façon dont le calcul était préparé. Il n'y a pas, pour Descartes, d'avantage à une mathématique qui irait de surprise en surprise, sans que celles-ci soient pronostiquées.

L'algèbre n'est pas une simple sténographie, et son allégorie chez Descartes pourrait prendre la forme d'une Sibylle prévoyant la direction du chemin, en en voilant cependant les méandres. Mais mieux vaut dire méthode. La rhétorique de Descartes, un peu aristocratiquement moqueuse dans ce « mais je veux bien », consiste à prévenir après coup qu'il y avait une anticipation de méthode, malgré les sinuosités parcourues. On ne pouvait éviter d'avancer sur le chemin ainsi tracé. L'irritation de Descartes est certes de toujours y rencontrer des obstacles imprévus. Ils tiennent au manque de généralité du langage algébrique, qu'il s'agit de toujours améliorer, et surtout pas d'en faire une règle intangible. Je ne crois pas nécessaire de parler de déception pour Descartes, ni de devoir m'engager dans la représentation de Descartes en algébriste mélancolique, pour jouer encore du désenchantement qui se veut historiquement daté, alors qu'il accompagne toute recherche. Un savant qui a inventé l'expression « nombres imaginaires » aussitôt adopté par tous, pour désigner des nombres que les physiciens d'aujourd'hui manipulent avec tout le naturel possible, ne pouvait être déçu

des pouvoirs de la pensée. Mais qui pouvait lui garantir que l'indéniable liberté du mathématicien à penser des imaginaires avait quelque utilité ? Pourquoi le Descartes d'après la *Géométrie*, le Descartes métaphysicien, ne serait-il pas celui qui prolonge de façon fondamentale la position relativement sceptique de cet « en passant » ? Ici, je me suis contenté de repérer dans le texte cartésien les signaux du développement d'une pensée, bien plus que des signaux de détresse.

Pourquoi alors le désenchantement de Voltaire ? Il me semble profitable de lire maintenant un auteur qui voulait accéder directement à l'évidence. Il risquait de tarir l'inspiration, et donc pouvait susciter le désenchantement de ses lecteurs quant aux évidences cartésiennes.

L'évidence comme seule preuve : l'échec de la géométrie de Port-Royal

« Or il me semble tres inutile de chercher bien loin & par de longs détours des preuves d'une chose dont il nous est impossible de douter, pour peu que nous y voulions faire attention »⁴¹.

Voilà bien une formule rafraîchissante contre la complexité et le jargon. Elle pourrait se trouver chez Descartes, aussi bien que chez d'Alembert et Diderot, tous trois si peu sensibles à la discussion sur les axiomes. Une telle discussion, forcément, a des allures métaphysiques. C'est en fait Arnauld, le célèbre janséniste, qui l'écrivit dans une *Géométrie* qui entendait renouveler Euclide. Déjà, dans la *Logique de Port Royal* de 1662, Antoine Arnauld et Pierre Nicole manifestaient comme « défaut des géomètres » celui de vouloir prouver des choses évidentes. Mais Arnauld était trop bon argumentateur pour ne pas multiplier des scrupules, qu'il s'employait aussitôt à balayer. Entre autres, le débat portait sur la définition qu'on doit prendre pour deux droites perpendiculaires, l'angle droit ne plaisant pas à Arnauld car il fallait d'une façon ou d'une autre convenir en axiome que tous les angles droits sont égaux. Il posait, et on le suit avec plaisir :

« Axiome. Pour montrer que tous les points de la ligne coupante sont également distans de deux de la ligne coupée, il suffit d'en avoir deux dans la ligne coupante dont chacun soit également distant de deux points de la ligne coupée. Car il s'en suyva que tous les autres le seront aussy »⁴².

Une très simple figure accompagne cet axiome, qui par des distances remplace l'angle, entendu phénoménologiquement comme une tendance à « pencher d'un côté ». On peut deviner combien cette définition peut simplifier le traitement de certains problèmes

⁴¹ *Nouveaux Elémens de géométrie*, ..., Paris, C. Savreux, 1667, livre V, p.88.

⁴² *Nouveaux Elémens de géométrie*, ..., Paris, C. Savreux, 1667, livre V, p.87.

géométriques. Arnauld lui-même allait jusqu'à dire que, dans leur usage pratique et quotidien, les mathématiciens ne faisaient usage que de cette définition. Il y a là du dogmatisme : comme si les mathématiciens ne pouvaient qu'adopter les traductions analytiques (jeu ici des distances ou de la métrique), sans jamais revenir à un sens phénoménologique.

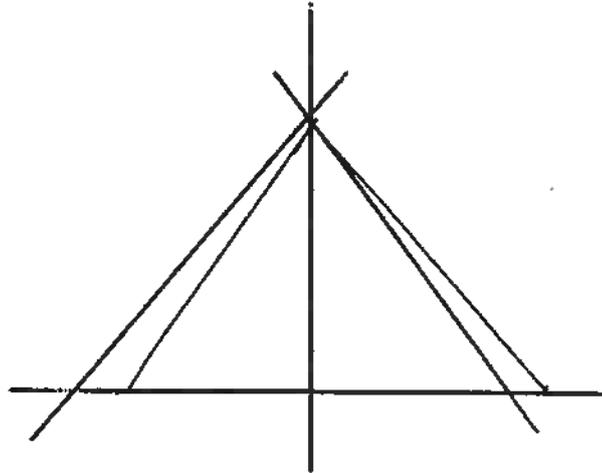


Figure 7. Droites perpendiculaires selon Arnauld, p. 87 des *Nouveaux Elémens de Géométrie*

Tout irait cependant bien dans le but qu'il se propose, si Arnauld ne multipliait les explications. Passe qu'il entende démontrer que la perpendiculaire à une droite ainsi définie, ne s'approche « plutôt d'un côté que de l'autre, ni pourquoi (elle) s'approcherait de tant plutôt que de tant », alors qu'il souhaite oublier cette définition « peu distincte » qui se trouve chez Euclide, et lui préfère celle proposée « plus exacte ». Mais la première justification de l'axiome, celle qui contient en elle-même une preuve par évidence, passe comme chez Descartes par un « je » de l'auteur. Et Arnauld s'appuie sur le caractère « naturel » que doit présenter toute la Géométrie.

« Je pretens que la seule consideration de la nature de la ligne droite fait voir la verité de cette proposition, & que sans cela il est impossible de garder dans la Geometrie l'ordre naturel des choses »⁴³.

Il faut que la construction mathématique toute entière soit transparente à celui qui étudie la géométrie, ce qui présuppose une parfaite adéquation entre l'esprit humain et la

⁴³ *Idem.*

géométrie euclidienne, entendue comme un fait de nature, au fond déjà tout construit. Qu'apprend alors celui même qui étudie ? En évitant un quelconque jeu de Sibylle en mathématique, la géométrie de Port Royal représente un dévoiement qui apparaît fréquent dans l'éducation mathématique. Optimiste, Leibniz qui est confronté comme tous au problème cartésien de la certitude de l'art de démontrer, avec ce qu'elle contient comme prévision des progrès à faire de l'art d'inventer, le résolvait en espérant diminuer l'antagonisme.

« Car les vérités qui ont encore besoin d'être bien établies sont de deux sortes, les unes ne sont connues que confusément et imparfaitement, et les autres ne sont point connues du tout. Pour les premières, il faut employer la Méthode de la Certitude ou l'art de démontrer, les autres ont besoin de l'art d'inventer, Quoique ces deux arts ne diffèrent pas tant qu'on croie, comme il paraîtra dans la suite »⁴⁴.

La suite a été réalisée par le siècle des Lumières se servant du biais de la mathématisation. Aussi, il fallut quand même Voltaire pour justement faire que ce qu'on démontre reste communément lu comme vraiment démontré et non magiquement obtenu.

Conclusion

Pour conclure la réflexion qui a porté sur l'évidence et sa paradoxale révélation en science, je détourne vers les sciences et déplace dans le temps vers les Lumières un commentaire politique de Marc Fumaroli sur la rhétorique de l'âge baroque. Il fait remarquer que « la parole de vérité ne peut plus se contenter de l'évidence directe »⁴⁵. Or comme la métaphysique scolastique ne peut en aucun cas passer pour une « évidence directe », cette description me paraît bien mieux convenir au désenchantement qui put survenir chez Voltaire quant à la posture cartésienne, et que la pratique de géométrie d'Antoine Arnauld pouvait nourrir. S'il fallait avoir du génie, comme Newton, pour accéder à la parole de vérité, se trouvait assigné un rôle de médiation pour de nouvelles Sibylles, chargées de rendre directement accessible la vérité, c'est-à-dire de la rendre utile à l'homme pour situer sa place dans l'ordre cosmique. La philosophie des sciences devenait morale et volontiers moralisante, au point que Newton fit les beaux jours de l'anglicanisme des Lumières anglaises.

Avec la philosophie positive, Auguste Comte a bouleversé cette orientation à terme préjudiciable à la vitalité intellectuelle ; il redonnait un rôle essentiel d'élucidation au philosophe des sciences, et non seulement un rôle de vulgarisateur ou d'admirateur. Comte montrait ainsi que l'indiscutable évidence de la géométrie analytique de Descartes était encore à révéler du point de vue élémentaire, notamment pour

⁴⁴ G. Leibniz, *Philosophische Schriften*, VII, p. 183.

⁴⁵ Marc Fumaroli, *La Diplomatie de l'esprit*, Hermann, Paris, 1994, p. 388.

l'enseignement. Il y avait alors pour les intellectuels la mission de ne pas mépriser le passé, et devenait pensable une continuité dans le progrès. A cet égard, Kant est bien plus iconoclaste du passé métaphysique, et parle de sa propre révolution copernicienne. Comte reprenait plutôt l'exemple de Voltaire expliquant Newton pour faire comprendre que l'évidence scientifique pouvait, sans qu'il y ait imposture, se construire pour tous dans une longue histoire de la pensée. L'image de la Sibylle changeait encore, et représentait la sage méditation sur le savoir déjà acquis, libérée d'avoir à entreprendre une action immédiate, politique ou sociale, tant que l'on n'aurait pas engrangé la positivité des Lumières. C'est plutôt le surgissement des Lumières qui intéresse dans le poème de Voltaire cité en premier, avec le dernier adjectif : « ouverts ». Il désigne les cieux, et n'est pas mis pour « vains », ou pour « vides ». La poésie didactique s'engagea dans cette ouverture avec la science comme bannière

Le compas de Newton mesurant l'Univers,
Leve enfin ce grand voile & les Cieux sont ouverts.