

l'abbé Catelan —mais il s'agit là d'un cas particulier, il fait cela dans le cas d'un pendule multiple et non dans une optique générale—.

Quant à d'Alembert, le principe qu'il donne n'est pas tout à fait aussi clair que l'on veut bien le laisser croire. Voici le principe général tel qu'il l'énonce dans le *Traité de Dynamique* de 1742:

"Problème général.

Delà résulte le Principe suivant, pour trouver le Mouvement de plusieurs Corps qui agissent les uns sur les autres. Décomposés les Mouvements a, b, c etc. imprimés à chaque Corps, chacun en deux autres a, a; b, b; c, g; etc. qui soient tels, que si l'on n'eût imprimé aux Corps que les Mouvements a, b, c etc. ils eussent pû conserver ces Mouvements sans se nuire réciproquement; et que si on ne leur eût imprimé que les Mouvements a, b, g, etc. le système fut demeuré en repos; il est clair que a, b, c seront les Mouvements que ces Corps prendront en vertu de leur action. Ce Q.F. Trouver" [D'ALEMBERT, 1742, p. 72].

Il est vrai que dans ses *Recherches sur la precession des equinoxes et sur la mutation de l'axe de la Terre, dans le système newtonien*, d'Alembert est plus clair à propos de la portée de son principe. Ce qui n'éclairci pourtant pas le principe lui-même:

"J'ai démontré dans mon *Traité de dynamique* que pour trouver à chaque instant le mouvement d'un corps animé par un nombre quelconque de forces, il faut regarder

le mouvement qu'il avait dans l'instant précédent, comme composé d'un mouvement qui est détruit par ces forces, et d'un autre mouvement qu'il doit prendre réellement, et qui doit être tel que les parties du corps puissent le suivre sans se nuire les unes aux autres.

Ce principe supposé, je commence par chercher de la manière la plus générale le mouvement de la Terre, en imaginant qu'elle tourne autour de son Axe avec une vitesse quelconque, uniforme ou non, et que l'Axe reçoive en même tems un mouvement quelconque de rotation autour du centre. Dans cette hypothèse, le mouvement de chaque particule durant un instant quelconque, peut être supposé formé de trois autres mouvemens, dont deux sont parallèles au plan de l'Ecliptique, et dont le troisième lui est perpendiculaire: chacun de ces mouvement se change l'instant suivant en un autre, et peut être regardé comme composé de cet autre mouvement et d'un second qui est détruit par l'action du Soleil et de la Lune, action que nous verrons se réduire à deux forces, dont la quantité et la direction sont connues. Il n'est donc plus question que de chercher les loix d'équilibre entre ces forces et celles qu'on doit supposer être détruites dans chaque particule. Ce qui m'oblige à donner la solution générale d'un Problème de Statique, où je détermine par un assez grand nombre de propositions les loix de l'équilibre entre des puissances qui n'agissent pas dans le même plan, ni suivant des lignes parallèles" [D'ALEMBERT, 1749, p. XXIV].

2.8. Lagrange prépare la Mécanique analytique

Entre 1759 et 1762, après deux ans de correspondance échangée avec Euler sur ce sujet, Lagrange entame la publication d'une série de trois textes purement mathématiques sur les maximis et minimis: *Recherches sur la méthode de maximis et minimis; Essai d'une nouvelle méthode pour déterminer les maxima et les minima des formules intégrales indéfinies* et *Application de la méthode exposée dans le Mémoire précédent à la solution de différens problèmes de dynamique*. Un peu plus tard, en 1766-69, dans un texte sur la méthode des variations, il explique clairement les mérites respectifs d'Euler et les siens propres:

"Je dois encore observer que MM. Le Seur et Jacquier ne s'expriment pas exactement quand ils disent (page 131 du tome 11) que M. Euler a démontré que dans les trajectoires décrites par un nombre de corps quelconque, l'intégrale de la vitesse multipliée par l'élément de la courbe est toujours un maximum ou un minimum. M. Euler n'a donné sur ce sujet que ce que l'on trouve dans un Appendice ajouté à son excellent *Traité sur les isopérimètres*, où il fait voir que la trajectoire qu'un corps doit décrire par des forces centrales quelconques est la même que la courbe qu'on trouverait en supposant que l'intégrale de la vitesse multipliée par l'élément de la courbe fut un maximum ou un minimum. L'application de ce beau théorème à un système quelconque de corps et surtout la manière de s'en servir pour résoudre avec la plus grande simplicité et généralité tous les problèmes de Dynamique, m'est entièrement due, et ce qui doit le prouver invinciblement, c'est

que cette théorie dépend des mêmes principes que celle des *variations*, et que l'une et l'autre ont paru dans le même volume des *Miscellanea Taurinensia* pour les années 1760 et 1761. Je pourrais ajouter que j'avais aussi communiqué cette découverte à M. Euler dès 1756, et comme ce grand Géomètre a bien voulu l'honorer alors de son approbation, je ne doute pas qu'il ne fût très-porté, si l'occasion s'en présentait, à me rendre sur ce sujet la même justice qu'il a bien voulu me rendre à l'égard de la méthode *de maximis et minimis*" [LAGRANGE, 1766-69, p. 39].

La réflexion qui guide cette série d'articles trouvera son aboutissement en 1788 dans *La Mécanique analytique*.

Conclusion

Alors que l'introduction du concept de *paradigme* dont Kuhn donne la définition suivante:

"Les accomplissements scientifiques universellement reconnus qui pour un temps procurent des problèmes modèles (types) et des solutions à une communauté de praticiens" [KUHN, 1974, *passim*].

me semble positive, par contre celui de révolution me paraît utilisé à tort et à travers et ne colle pas avec le phénomène que nous venons d'observer:

"*Révolution*: Et lorsqu'elle [la science normale] —lorsque la profession ne peut plus éluder les anomalies qui renversent la tradition existante de la pratique scientifique— alors commence la recherche extraordinaire qui conduit la profession enfin à un nouveau set d'engagements, à une nouvelle base pour la pratique de la science. Les épisodes extraordinaires au cours desquels a lieu ce glissement d'engagements professionnels sont ceux que dans cet essai nous appellerons révolutions. Ce sont les éléments qui bouleversent la tradition et complètent l'activité de la science normale liée à la tradition" [KUHN, 1974, p. 6].

A l'époque où Lagrange introduit sa construction de la mécanique sur base d'un principe variationnel, Laplace continue à travailler de manière Newtonnienne. Les deux paradigmes coexistent parfaitement, tellement bien qu'ils coexistent encore de nos jours, comme le dit Feynman.

Il y a une certaine complémentarité entre ces deux manières de faire l'histoire, j'en conviens, et les deux approches se mêlent dans un bon récit historique. Il y a même toujours une teinte révolutionnaire dans toute présentation continuiste et une présentation révolutionnaire peut rendre plus ou moins compte de la continuité.

La description qualifiée de révolutionnaire, mais que je préférerais qualifier de contrastée, a de grands avantages: elle est souvent plus claire et plus expressive, elle frappe mieux l'imagination et permet de garder le récit plus facilement en mémoire.

Mais la méthode révolutionnaire est plus dépendante d'un point de vue extérieur insufflé dans le problème. Elle est moins objective et permet aisément d'utiliser le discours historique à des fins complètement différentes. Que ces fins soient philosophiques, comme dans le discours d'Isabelle Stengers, ou politiques, dans celui de Fourez, ou scientifiques, dans celui que j'ai adopté dans ma première partie et qui ressemble à celui d'un A. Weil ou d'un C.A. Truesdell.

Le discours continuiste suit de plus près et exige de l'historien de se laisser entraîner par les textes eux mêmes. Il est donc un critère de rigueur et d'objectivité. Le récit continuiste est le reflêt d'une compréhension interne à l'histoire, le récit révolutionnaire est le reflêt d'une compréhension insufflée de l'extérieur.

D'autre part, il me semble que dans le développement scientifique le fil du continu est le rempart contre la superstition. C'est lui qui permet de faire la différence entre l'explicable et le non explicable, entre la science et les pseudo-sciences. Dit autrement, ce concept de révolution me heurte dans la mesure où il ouvre une brèche entre ce qui est acceptable à une certaine époque et ce qui l'est à une autre époque. Or Kuhn se présente comme philosophe des sciences et non comme historien. Il transpose donc aisément cette brèche à notre époque et y voit la possibilité d'aller vers une nouvelle connaissance. Il oublie de souligner que ces nouvelles connaissances ne deviendront telles que lorsqu'elles seront rattachées aux autres connaissances par le fil du continu. Je m'insurge contre cet oubli car par la brèche ainsi créée entrent, nous le voyons clairement aujourd'hui, toutes les parasciences ou, comme le disaient les anciens, les sciences occultes.

NOTES

1 Euler a eu une production énorme, elle compte 863 intitulés! Il a publié son premier texte en 1726 et le dernier fut publié en 1830 (47 ans après sa mort). Mort en 1783, il a publié pendant 57 ans. Durant ces années, ses idées ont évolué.

2 "Sur le principe de la moindre action", p. 179.

3 La deuxième partie de *l'Essai* est intitulée: *Où l'on déduit les lois du mouvement des attributs de la suprême Intelligence* [MAUPERTUIS, 1750].

4 Voltaire à la *Bibliothèque Raisonnée*, le 18 Septembre 1752, lettre D5019 [VOLTAIRE, 1880-1993, vol. 97(1971), pp. 189-190].

5 P.L.M. de Maupertuis à Johann II Bernoulli, Potsdam, le 6 Juillet 1751, fol. 152a-152b.

6 P.L.M. de Maupertuis à Johann II Bernoulli, Potsdam, le 6 Juillet 1751, fol. 152b.

7 Avec force documents à l'apuis dans un livre de quelques 400 pages intitulé *Maupertuisiana* et publié en Avril 1753.

8 De La Condamine à Daniel Bernoulli, le 30 Décembre 1752, Universitätsbibliothek Basel, L Ia 635, fol. 67.

9 Daniel Bernoulli à Bouguer, le 10 Décembre 1752, Copie Bernoulli Edition, Universitätsbibliothek Basel.

10 Daniel Bernoulli à Joh. Jac. Huber, le 27 Juillet 1756, Universitätsbibliothek Basel, L Ia 49 s.

11 Voltaire à Mme Denis, le 24 Juillet 1752, lettre D4956 [VOLTAIRE, 1880-1993, vol. 97(1971), p. 117].

12 Frédéric II à Maupertuis, le 29 Novembre 1752, lettre D5087 [VOLTAIRE, 1880-1993, vol. 97(1971), p. 262].

13 Il s'agit des cendres de l'Akakia.

14 Frédéric II à Pierre Louis Moreau de Maupertuis, le 24 Décembre 1752, lettre D5120 [VOLTAIRE, 1880-1993, vol. 97(1971), p. 288].

15 Voltaire à la Virotte, le 28 Janvier 1753, lettre D5183 [VOLTAIRE, 1880-1993, vol. 97(1971), p. 341].

16 Pour plus de détails sur cette affaire, cf. RADELET [à paraître].

17 Benvenuto, Ed. (1981) *La scienza delle costruzioni e il sviluppo storico*. Firenze.

18 HERO ALEXANDRINUS [62, pp. 320 et 326]: "Propter violentiam enim emittentem conatur quod fertur ferri linea brevissima in distantia, non habens tempus tarditatis, ut et feratur linea maiori in distantia, non sinente violentia transmittente".

19 Ce problème n'a pas fait l'objet d'une question publique.

20 A la fin de BERNOULLI [1692, Op. XLVIII] Jacob annonce une publication concernant la courbure de la lame élastique.

21 L'original de cette lettre se trouve à l'Académie de Saint Petersburg, une photographie se trouve à la Bibliothèque Universitaire de Bâle.

22 Une photographie de l'original de cette lettre se trouve à la Bibliothèque Universitaire de Bâle. Le texte en a été publié dans FUSS [1843, II, pp. 499-507].

23 Et ce même si, comme l'a montré PANZA [1991-92; 1995; à paraître], il y a des différences de fond entre les idées d'Euler et de Maupertuis sur ce principe.

BIBLIOGRAPHIE

BERNOULLI, Johann (1727) Op. CXXXV, *Discours sur les loix de la communication du mouvement*. Paris.

BERNOULLI, Jacob (1690) Op. XXXIX, "Analysis Problematis, de inventione lineae descensus a corpore gravi percurrendae uniformiter". *Acta Eruditorum*, Mai, 217-219; En: *Opera Omnia*. Genève, 1744, 421-426.

BERNOULLI, Jacob (1692) Op. XLVIII, "Curvatura Veli", *Acta Eruditorum*, Mai, 202-207; En: *Opera Omnia*. Genève, 1744, 481-490.

BERNOULLI, Jacob (1697) Op. LXXV, "Solutio Problematum Fraternalium, una cum Propositione reciproca aliorum". *Acta Eruditorum*, Mai, pp. 211-218; En: *Opera Omnia*. Genève, 1744, 768-778.

D'ALEMBERT, Jean le Rond (1742) *Traité de Dynamique*. 2^e éd., Paris, 1758.

D'ALEMBERT, Jean le Rond (1749) *Recherches sur la precession des équinoxes et sur la mutation de l'axe de la Terre, dans le système newtonien*. Paris.

EULER, Leonhard (1744) E. 65, *Methodus inveniendi lineas curvas maximi minimive proprietate gaudentes, sive solutio problematis isoperimetrici latissimo sensu accepti*. Lausanne & Genève.

EULER, Leonhard (1748a) E. 145, "Recherches sur les plus grands et plus petits qui se trouvent dans les actions des forces". *Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin*, 1748 (1750), 149-188; En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, 1957, Sér. II, vol. 5, 1-37.

EULER, Leonhard (1748b) E. 146, "Réflexions sur quelques loix générales de la nature qui s'observent dans les effets des forces quelconques". *Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin*, 1748 (1750), 189-218; En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, Sér. II, vol. 5, 38-63.

EULER, Leonhard (1751a) E. 176, "Exposé concernant l'examen de la lettre de M. de Leibniz, allégué par M. le Professeur Koenig, dans le mois de mars 1751 des Actes de Leipzig, à l'occasion du principe de la moindre action". En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, 1957, Sér. II, vol. 5, 64-72 [Ce texte est également publié dans les *Maupertuisiana*, Hambourg, 1753].

EULER, Leonhard (1751b) E. 197, "Harmonie entre les principes généraux de repos et de mouvement de M. de Maupertuis". *Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin*, 169-198; En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, 1957, Sér. II, vol. 5, 152-178.

EULER, Leonhard (1751c) E. 198, "Sur le principe de la moindre action". *Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin*, 199-218; En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, 1957, Sér. II, vol. 5, 179-193.

EULER, Leonhard (1751d) E. 186 = E 198 + E 199, "Dissertation sur le principe de la moindre action, avec l'examen des objections de M. le Professeur Koenig faites contre ce principe". *Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin*, 199-218 et 219-245; En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, 1957, Sér. II, vol. 5, 177-213.

FELLMANN, E. (1970) "Koenig, Samuel". En: Charles C. Gillispie (ed.), *Dictionnaire of Scientific Biography*. New York, Charles Scribner's Sons, vol. VII, 442-444.

FERMAT, P. de (1679) "Analysis ad refractiones". En: *Oeuvres de Fermat publiées par P. Tannery et Ch. Henry*. Paris, 1891-1922, 170-179.

FEYNMAN, Richard (1980) *La nature de la physique*. Paris, Seuil. Trad. J.M. Lévy-Leblond et F. Balibar.

FREDERIC II (1752) *Lettre d'un Académicien de Berlin à un Académicien de Paris*. Berlin.

FUSS, P.G. (1843) *Correspondance mathématique et physique de quelques géomètres du XVII^e siècle*. Saint Petersburg.

GUINÉE, N. (1706) "Observations sur les méthodes de maximis et minimis, où l'on fait voir l'identité et la différence de celle de l'analyse des infiniment petits avec celles de M.M. Fermat et Hudde". *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*.

HERMANN, Jacob (1716) *Phoronomia, sive de Viribus et Motibus corporum solidorum et fluidorum libri duo, Autore Jacobo Hermanno, Basil. antehac in Illustri Patavino Lyceo; nunc vero in Regio Viadrino Math. Prof. Ord. & Reg. Scientiarum Societatis, quae Berolini est, Sodali*. Amstelaedami.

HERO ALEXANDRINUS (62) "Mechanica et Catoptrica". En: *Heronis Alexandrini Opera quae supersunt omnia*, 2. Stuttgart, Teubner.

KABITZ, Willy (1913) "Ueber eine in Gotha aufgefundenene Abschrift des von S. Koenig in seinem Streit mit Maupertuis und der Akademie veröffentlichten, seiner Zeit für unecht erklärten Leibnizbriefes". *Sitzungsberichte der K. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 2, 632-638.

KÖNIG, S. (1751) "De universali principio aequilibrii et motus in vi viva reperto, deque nexu inter vim vivam et actionem, utriusque minimo, dissertatio, auctore Sam. Koenig". *Nova Acta Eruditorum*, 125-135 et 162-176; En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, 1957, Sér. II, vol. 5, 303-324 [Nous citons d'après cette dernière édition].

KUHN, T. (1974) *La structure des révolutions scientifiques*. 4^e éd., Chicago, The University of Chicago Press.

LAGRANGE, J.L. (1759) "Recherches sur la méthode de maximis et minimis". *Miscellanea Taurinensia*, T. I.

LAGRANGE, J.L. (1760-61a) "Essai d'une nouvelle méthode pour déterminer les maxima et les minima des formules intégrales indéfinies". *Miscellanea Taurinensia*, T.II, pp. 173-195.

LAGRANGE, J.L. (1760-61b) "Application de la méthode exposée dans le Mémoire précédent à la solution de différents problèmes de dynamique". *Miscellanea Taurinensia*, T. II, pp. 196-298.

LAGRANGE, J.L. (1766-69) "Sur la méthode des variations". *Miscellanea Taurinensia*, T. IV.

LAGRANGE, J.L. (1788) *Mécanique analytique*. 1^e éd., Paris, Veuve Desaint [Reproduite par les Editions Gabay en 1989, 2^e éd. 1811].

LEIBNIZ, G.W. (1684) "Nova methodus pro maximis et minimis, itemque tangentibus, quae nec fractas, nec irrationales quantitates moratur, et singulare pro illis calculi genus". *Acta Eruditorum*, Octobre, 467-473.

LEIBNIZ, G.W. (1685) "Demonstratio geometrica regulae apud staticos receptae de momentis gravium in planis inclinatis nuper in dubium vocatae et solutio casus elegantis in actis novembris propositi, de globo duobus planis angulum rectum facientibus simul incumbente, quantum unumquodque planorum prematur, determinans". *Acta Eruditorum*, 512-520.

LEIBNIZ, G.W. (1686) *Discours de Métaphysique*. "Les classiques Agora". Pocket, 1993.

LEIBNIZ, G.W. (s.d.) "Lettre de Mr. Leibniz, dont Mr. Koenig a cité le fragment". En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, 1957, Sér. II, vol. 5, 264-267.

LEIBNIZ, G.W. (s.d.)a "Essay de Dynamique sur les loix du mouvement". En: Gerhardt, *Mathematische Schriften*, 6, pp. 215-231.

LEIBNIZ, G.W. & BERNOULLI, Johann (1745) *Commercium Philosophicum et mathematicum*. Lausanne & Genève.

L'HOSPITAL, Guillaume de (1696) *Analyse des infiniment petits pour l'intelligence des lignes courbes*. Paris.

MALEBRANCHE, N. (1700-1712), "La recherche de la Vérité". En: *Œuvres complètes*. Paris, Vrin, 1960, Tome XVII-1.

MAUPERTUIS, P.L.M. de (1726) "Sur une question de maximis et minimis". *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*.

MAUPERTUIS, P.L.M. de (1740) "Loi du repos des corps". *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, 170-176; En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, 1957, Sér. II, vol. 5, 268-273 [Nous citons d'après cette dernière édition].

MAUPERTUIS, P.L.M. de (1744) "Accord de différentes loix de la Nature, qui avoient jusqu'ici paru incompatibles". *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, 417-426; En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, 1957, Sér. II, vol. 5, 274-281 [Nous citons d'après cette dernière édition].

MAUPERTUIS, P.L.M. de (1746) "Les loix du mouvement et du repos déduites d'un principe métaphysique". *Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin*, 267-294; En: *Leonhardi Euleri Opera Omnia*. Lausanne, 1957, Sér. II, vol. 5, 282-302 [Nous citons d'après cette dernière édition].

MAUPERTUIS, P.L.M. de (1750) *Essai de Cosmologie*. Présenté par François Azouvi. Paris, Vrin, 1984.

MAUPERTUIS, P.L.M. de (1751) *Correspondance avec Johann II Bernoulli*. Manuscrits de l'Université de Bâle, UB Basel, L. Ia 708.

MAUPERTUIS, P.L.M. de (1753) *Lettres*. Berlin. *Maupertuisiana*. Hambourg, 1753.

NEWTON, I. (1687) *Philosophiæ naturalis principia mathematica*. Londini .

NEWTON, I. (1759) *Principes mathématiques de la philosophie naturelle, par feu Madame la Marquise du Chastellet*. Paris [Reproduits par les Editions Gabay en 1990].

PANZA, M. (1991-92) "The Analytical Foundation of Mechanics of Discrete Systems in Lagrange's *Theorie des Fonctions Analytiques*. Compared with Earlier Lagrange's Treatments of This Topic". *Historia Scientiarum*, 44(1991), 87-132, 45(1992), 181-212.

PANZA, M. (1995) "De la Nature épargnante aux Forces généreuses: le principe de Moindre Action entre mathématiques et métaphysique. Maupertuis et Euler, 1740-1751". *Revue d'histoire des Sciences*, 48, 435-520.

PANZA, M. (à paraître) "Die Entstehung der analytischen Mechanik im 18ten Jahrhundert". En: N.H. Jahnke (ed.) *Geschichte der Analysis*.

PSEUDO-ARISTOTE (-350) "Mechanical Problems". En: *Aristotle, Minor works with an English translation by W.S. Hett*. Cambridge, Mass, Harvard Univ. Press, 1963, 331-411.

RADELET, P. (à paraître) "La diatribe du Docteur Akakia, Médecin du pape". En: *Interférences, Textes du Séminaire*. "Réminiscences", 5. Louvain-la-Neuve, Centre interfacultaire d'étude en histoire des sciences, UCL.

TARTAGLIA, N. (1554) *Quesiti et inventioni diverse*. Venetia.

TRUESDELL, C.A. (1968) *Essays in the History of Mechanics*. Berlin/Heidelberg/New York, Springer Verlag.

VARIGNON, P. (1725) *Nouvelle Mécanique ou statique dont le Projet fut donné en 1687*. Paris.

VOLTAIRE (1753) *Histoire du docteur Akakia et du natif de St Malo*. Edition critique avec une introduction et un commentaire par Jacques Tuffet. Paris, Librairie A.G. Nizet, 1967.

VOLTAIRE (1880-93) *Les œuvres complètes de Voltaire*. Oxford, The Voltaire Foundation at the Taylor Institution.