

in Kölving Ulla et Passeron, Irène (éds.), *Science, musiques, Lumières. Mélanges offerts à Anne-Marie Chouillet*, Centre International d'Etude du XVIII è siècle, Ferney-Voltaire (F), p. 59-81.

Une métaphysique du mouvement au temps de d'Alembert. La théorie physique du monde du Chevalier François de Vivens

Michel PATY*

RESUME. Le chevalier François Labat de Vivens (1697-1780), érudit et gérant ses terres à Clairac dans l'Agenais, était également versé en économie politique et en agronomie, sur lesquelles il produisit un ouvrage important. D'origine protestante, il écrivit aussi un livre sur la tolérance. Membre de l'Académie de Bordeaux, une des plus notables de l'époque, d'esprit encyclopédiste, ami de Montesquieu et lié au chevalier de Jaucourt, ce parfait représentant de l'esprit des Lumières s'intéressait également à la physique, effectuant de nombreuses observations, notamment météorologiques, et s'efforçant de formuler une théorie systématique de l'ensemble des phénomènes physiques basée sur des "principes du mouvement". Mais, curieusement, à l'époque du *Traité de dynamique* de d'Alembert, c'est un projet métaphysique qui guide la physique de Vivens, où matière passive et mouvement immatériel sont deux principes duaux à partir desquels sont déduites toutes les propriétés des corps et celle de l'univers lui-même, et la lumière apparaît comme la raison profonde de la gravitation universelle. Cette construction «métaphysique» systématise des vues conçues antérieurement en rapport au vol des oiseaux et à la locomotion aérienne.

ABSTRACT. *A metaphysics of motion in d'Alembert's time. The physical theory of the world of the Chevalier François de Vivens.*

The Chevalier François Labat de Vivens (1697-1780), a learned gentleman who administrated his lands in Clairac, in the French south-western «province» of the Agenais, was also an expert in political economics and in agronomy, on which he published an important treatise. From a protestant origin, il wrote also a book on tolerance. A member of the then highly considered Academy of Bordeaux, sharing the encyclopedists' spirit, a close friend of Montesquieu and well acquainted with the chevalier de Jaucourt, he was deeply interested in physics, making many observations, in particular on meteorology, and formulated a systematical theory of all physical phenomena based on "principles of motion". But, strangely enough, at the time of d'Alembert's *Traité de dynamique*, Vivens's physics is led by a metaphysical project, according to which "passive matter" and "immaterial motion" are two dual principles from which all the properties of bodies and of the universe itself can be deduced, and light is given as the deep reason of universal gravitation. This «metaphysical» construction holds together into a developed system views he had previously conceived in relation with the observation of birds' flight and the problem of man's air locomotion.

* Equipe REHSEIS (UMR 7596), Centre National de la Recherche Scientifique et Université Paris 7-Denis Diderot, Centre Javelot, 2, Place Jussieu, F-75251 Paris-Cedex-05. Courrier électronique : paty@paris7.jussieu.fr

INTRODUCTION. SUR LES FORMES DE LA RATIONALITE DES LUMIERES.

Le siècle des Lumières fut celui de la raison, mais aussi celui de la diversité dans les tentatives de rendre rationnellement compte des phénomènes de la nature, ainsi que dans l'expression de formes de rationalité. L'«histoire des sciences jugée», selon la formule de Gaston Bachelard, en a retenu les pensées et les oeuvres en affinité ou en paternité directe avec les directions qui ont finalement prévalu. En physique, la voie de la mathématisation l'a emporté, dans la ligne de la physique newtonienne, mais reformulée par l'analyse différentielle et intégrale mise au point par Leibniz et ses disciples : cette direction s'est développée à partir des travaux d'Euler, Clairaut et d'Alembert, suivis de Lagrange, Laplace et bien d'autres, selon des conceptions sur l'intelligibilité dont l'origine cartésienne est aisément traçable¹. Le milieu du XVIII^e siècle représente à cet égard une sorte de clivage : à partir de la fin des années 1740, il se constitue en physique un non-retour épistémologique autour d'un certain nombre d'exigences de rigueur et de contrôle, tant pour les théories que pour les données d'observation et d'expérience.

Le domaine de la physique mathématisée se restreignait à l'époque à la mécanique ou dynamique (science du mouvements des corps, solides et fluides, terrestres et célestes, et des forces qui déterminent ces derniers) et à la théorie de la gravitation. Il s'étendrait progressivement, dès le début du siècle suivant, aux autres domaines, de la lumière et l'optique physique, de l'électricité et du magnétisme, de la chaleur, dont les phénomènes faisaient seulement l'objet, au XVIII^e, des tâtonnements de la physique expérimentale, et dont les explications théoriques, de nature qualitative, se trouvaient encore à un stade que l'on qualifiera volontiers, avec Bachelard, de «pré-scientifique»².

Il convient cependant de remarquer que cette qualification est de valeur surtout rétrospective, car les deux types de physique coexistaient encore, tout en n'étant pas, en général, l'objet de l'attention des mêmes savants. A des exceptions près cependant, l'une d'elle étant Pierre Louis Moreau de Maupertuis, introducteur en France de la physique de Newton, et notable exemple de la coexistence, chez un même savant, de ces diverses préoccupations. Témoin, d'un côté, son *Discours sur les différentes figures des astres* (1732), le mémoire sur “La figure de la terre déterminée (...) [par la mesure d'un] degré de méridien au cercle polaire” (1737) et ses recherches de mécanique qui culminent avec l'énoncé du principe de moindre action, développé du mémoire sur “La loi du mouvement et du repos déduite d'un principe métaphysique” (1746) à l'*Essai de cosmologie* (1750). Et, de l'autre, sa *Vénus physique* (1745), et son *Essai sur la formation des corps organisés* (1754), republié ultérieurement sous le titre *Système de la nature* (1756). Mais la coexistence, dans la «société savante», de recherches, par des personnalités différentes, sur des objets et selon des orientations très divers, était de règle : elle apparaît en toute évidence dans les contenus des travaux présentés aux diverses

¹ Voir Michel Paty, D'Alembert, la science newtonienne et l'héritage cartésien, *Corpus* (Philosophes de langue française, Paris), 2001.

² Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, Vrin, Paris, 1938 ; 8^e éd., 1972.

académies des sciences, celle de Paris aussi bien que celles de Londres, de Berlin, de Saint-Petersbourg et d'autres également importantes.

Le clivage entre la physique mathématisée qu'était la mécanique des corps et la physique de ces autres phénomènes naturels (qui s'étendaient d'ailleurs à la chimie et à certaines formes du vivant), était à l'époque un fait de classification (de l'arbre encyclopédique des connaissances : voir celui de l'*Encyclopédie*)³ et de pratique de la recherche, plutôt qu'une barrière épistémologique entre deux domaines de connaissances sans communication. D'ailleurs la communication fut bien nécessaire pour que la seconde se trouvât peu à peu intégrée dans la première, à partir du début du XIX^e siècle. Bien des savants reconnus du XVIII^e, même privilégiant la physique mathématisée, admettaient la physique « empirique » comme légitime, tout en se préoccupant de la rendre plus précise et assurée, notamment en mettant au point des appareillages et en affinant les protocoles d'expériences.

Les praticiens des sciences physico-mathématiques, au premier rang desquels d'Alembert, tout en étant ouverts aux observations qui faisaient connaître ces phénomènes⁴, exprimaient très clairement leur défiance des méthodes et des observations peu assurées, et surtout des explications hasardeuses qui en étaient proposées, par des raisonnements sans rigueur et des conjectures vagues, et dénonçaient « cette fureur d'expliquer tout » en physique, qu'ils estimaient reprise des *Principes de la philosophie* de Descartes⁵. C'est assurément cette orientation épistémologique qui devait gagner par la suite une pré-éminence presque totale, et faire prévaloir la recherche, dans tous les domaines, d'une physique fondée sur des principes de validité générale reconnue (empiriquement et rationnellement) et sur des grandeurs mathématisées, dont les relations soient susceptibles d'être exactement exprimées par les ressources de l'analyse (moyennant une certaine idéalisation des phénomènes, correspondant à une approximation contrôlée). Pour un d'Alembert, la légitimité du recours au calcul pour les relations de grandeurs,

³ Michel Paty, *Théorie et pratique de la connaissance chez Jean d'Alembert*, Thèse de doctorat en philosophie, Université des Sciences Humaines, Strasbourg 2, 1977, dactyl., 468 p., chapitre 3.

⁴ D'Alembert lui-même, bien qu'il n'ait pratiqué que la physique mathématisée (les anciennes « mathématiques mixtes » devenues « sciences physico-mathématiques »), fit le point pour l'*Encyclopédie* sur les connaissances de l'époque portant sur l'air, l'atmosphère, les aurores boréales, la chaleur, la couleur, les explosions, le feu, la flamme, la foudre, le magnétisme, le microscope, le thermomètre, etc. : voir dans Jean d'Alembert et Denis Diderot, *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, 17 vols + 11 vol. de planches, Briasson, David, Le Breton et Durant, Paris, 1751-1780, à ces entrées, ainsi que l'article « Expérimental » ; et d'Alembert, *Essai sur les éléments de philosophie ou sur les principes des connaissances humaines*, Paris, 1758. Ré-éd. (avec les *Eclaircissements* de 1765), Olms Verlag, Hildesheim, 1965 ; Fayard, Paris, 1986, chap. 20.

⁵ Par ex. : Jean d'Alembert *Recherches sur la précession des équinoxes et sur la nutation de l'axe de la Terre dans le système newtonien*, David, Paris, 1749, introduction ; *Discours préliminaire de l'Encyclopédie*, 1751 ; nlle éd., introduite et annoté par Michel Malherbe, Vrin, Paris, 2000 ; *Essai sur les éléments de philosophie*, op. cit. Voir René Descartes, *Principia philosophiæ*, 1ère éd. princeps, Louis Elzevier, Amsterdam, 1644 ; in *Oeuvres de Descartes*, publiées par Charles Adam et Paul Tannery, 11 volumes (1ère éd., 1896-1913) ; nouvelle édition révisée, 1964-1974 ; ré-éd., 1996 [A.T.] : vol. 8, p. 1-353. Trad. en français, *Principes de la philosophie*, in AT, vol. 9, p. 1-362.

dans une science donnée (par exemple, en hydrodynamique), repose sur la formulation des principes physiques bien fondés de cette science⁶.

C'est dans ce contexte que je voudrais évoquer un curieux ouvrage, contemporain des grandes œuvres de mécanique, d'hydrodynamique et d'astronomie d'Euler, Clairaut et d'Alembert qui ont déterminé de manière irréversible le passage de ces sciences au stade analytique, mais de facture et de propos très sensiblement différents. Ne faisant pas usage, ou sinon très peu, de mathématiques, mais sans toutefois marquer d'opposition à l'expression mathématique des entités physiques, admettant même les résultats admis à l'époque, son intention est ouvertement métaphysique. Par son titre même, *Nouvelle théorie du mouvement, où l'on donne la raison des principes généraux de la physique*⁷, cet essai semble à première vue se situer dans une problématique voisine de celle des traités scientifiques des auteurs mentionnés, et pourrait même paraître consonner avec le projet de d'Alembert de fonder une science du mouvement : à ceci près, que l'on perçoit déjà au sous-titre que c'est de la physique tout entière qu'il est question, et non de la seule science du mouvement. L'ouvrage, imprimé sans nom d'auteur à Londres en 1749, était dû à la plume d'un gentilhomme érudit de province, demeurant à Clairac en Agenais, le chevalier François Labat de Vivens.

A la différence des grands traités analytiques des auteurs indiqués, la *Nouvelle théorie du mouvement* de François de Vivens ne s'en tient pas au domaine délimité de la mécanique des corps, et s'efforce de rendre compte, à partir de "principes" énoncés et "démontrés" d'entrée comme de "simples" principes sur le mouvement, de la totalité des propriétés du monde physique, gravitation et genèse de l'Univers compris. Par "physique", l'auteur entend tout ce qui ressortit du monde naturel, dont les propriétés mécaniques des corps ne sont qu'une petite partie : il aborde les phénomènes de l'électricité et du magnétisme, la lumière, les réactions chimiques et des émanations de toutes sortes, les mouvements de la terre, etc., dont il propose une explication à partir des principes de départ, lesquels sont des principes métaphysiques sur la nature supposée de la matière et du mouvement.

Par tous ces aspects, l'entreprise délibérément métaphysique de Vivens, avec sa perspective totalisante sur la raison des choses et sur l'observation des moindres phénomènes naturels, apparaît très éloignée des voies royales de la constitution d'une physique mathématique qui s'édifient à la même époque. Et cependant, si l'ouvrage apparaît, à cette aune, marginal voire quelque peu «délirant», les considérations qui l'émaillent sont loin d'être dénuées de sens ou purement gratuites, certaines d'entre elles étant même d'une grande ingéniosité (telle cette théorie de la gravitation par la pression d'une lumière universellement répandue, voisine de la théorie des «corpuscules ultramondains» de Le Sage, qui lui est à peu près contemporaine), voire d'une grande perspicacité (par exemple, sur la signification physique de la vitesse angulaire...). Ajoutons que Vivens, sans être au fait des travaux les plus récents (il mentionne pas, par exemple, le *Traité de dynamique* de d'Alembert, paru en 1743), disposait de bonnes connaissances sur la

⁶ Jean d'Alembert, *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides*, David, Paris, 1744 ; *Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides*, David, Paris, 1752. (Trad. augm. par d'Alembert sur l'original en latin soumis au concours de l'Académie de Berlin en nov. 1749) ; article «Fluide» de l'Encyclopédie ; *Essai sur les éléments de philosophie*, op. cit. , chap. 19.

⁷ François de Vivens, *Nouvelle théorie du mouvement où l'on donne la raison des principes généraux de la physique*, sans nom d'auteur, Londres, 1749.

physique de Newton et était au fait du calcul différentiel, ce qui lui permit d'éviter de se trouver en contradiction avec les résultats les mieux admis de la dynamique et de la gravitation.

Avant de proposer des éléments d'analyse de son ouvrage pour tenter d'en comprendre la signification, dans les cheminements de sa pensée et en considération de son époque, il est utile de donner quelques points d'éclairage sur le profil intellectuel et la carrière de son auteur⁸.

UN PENSEUR DES LUMIERES AU TERROIR

Jean Haechler décrit François de Vivens comme un personnage “attachant, réservé, désintéressé”, un “savant de vaste étendue, technicien avisé [de l'agriculture], physicien (...), philosophe (...), homme d'esprit, de culture et de cœur, dont la personnalité force l'intérêt et l'estime”. Ce représentant de la pensée des Lumières était, pourrions-nous dire, un philosophe de terroir. S'il est resté dans l'ombre, ce ne fut pas seulement en raison de son éloignement de la capitale, nous assure son biographe⁹ : il s'adonna toute sa vie à la connaissance désintéressée dans une absence totale d'ambition personnelle, se faisant un point d'honneur de toujours publier anonymement ses œuvres, de physique, de philosophie ou d'agronomie, voire de ne pas les publier, comme son *Journal météorologique*.

François Labat de Vivens, né le 11 juillet 1697 à Clairac, qui était alors une importante bourgade de 5000 habitants, dans l'Agennais, en Guyenne gasconne, était issu d'une famille de réformés dont les membres avaient été contraints à la conversion (ou à l'exil) au moment de la révocation de l'Edit de Nantes (1685). Orphelin de sa mère à l'âge de deux ans, éduqué par les soins de son frère aîné, il fit ses études à Bordeaux, au Collège de Guyenne (fondé en 1533, et où Montaigne avait aussi été élève) : l'on y enseignait les lettres anciennes, la philosophie, la grammaire et la logique, mais aussi la physique et la médecine, ainsi que les mathématiques. François de Vivens apprit le latin, le grec, l'hébreu, et aussi l'italien. A l'âge de 18 ans, il fit un voyage en Hollande et en Angleterre, séjournant dans ce dernier pays, où il avait sans doute des parents émigrés, près d'une année, apprenant l'anglais, y prenant des idées d'économie politique et d'agronomie¹⁰. Après un séjour de cinq ans à Paris, où il s'intéressa aux sciences et se lia notamment avec Dortous de Mairan, de l'Académie Royale des Sciences (à qui il inspira notamment, au témoignage de ce dernier lui-même, des idées importantes

⁸ Mon attention a été attirée sur les ouvrages et sur la personnalité de François de Vivens par Jean Haechler, qui a publié récemment une monographie sur lui : *Le chevalier de Vivens. Un philosophe des Lumières en Guyenne*, Aubéron, Bordeaux, 2000. En la préparant, il s'adressa à moi, sur les conseils d'Anne-Marie Chouillet, pour une évaluation sommaire, du point de vue scientifique, de *La nouvelle théorie* de Vivens et d'autres écrits corrélés, comme le compte-rendu anonyme paru en 1747 dans le *Mercure* de l'ouvrage sans nom d'auteur de 1746, dont nous n'avons pas d'exemplaire : je reconnus dans les deux la plume de Vivens lui-même. Jean Haechler a bien voulu citer des éléments de cette première et brève analyse dans son livre, p. 80-83. Je le remercie réciproquement de m'avoir ainsi fait connaître le chevalier de Vivens et son oeuvre : pris au jeu, j'ai voulu comprendre la signification de son ouvrage sur la physique, dans sa genèse et dans son contexte : d'où l'étude présentée ici, offerte en hommage à Anne-Marie Chouillet.

⁹ Jean Haechler, *op. cit.*

¹⁰ Jean Haechler, *op. cit.*, p. 13-14, 18-20....

sur la congélation¹¹), il revint dans sa province natale s'occuper des terres familiales, et y demeura jusqu'à sa mort, à Clairac, le 20 avril 1780.

Il s'y efforça d'améliorer rationnellement l'agriculture, et participa aux activités de l'Académie Royale des Sciences de Bordeaux où il fut élu en 1742 sous le parrainage de Charles Segondat de Montesquieu (l'auteur de *L'Esprit des lois*), et pour laquelle il procéda à diverses études scientifiques en collaboration avec ce dernier¹². L'Académie bordelaise, alors l'une des meilleures de province avec celles de Dijon et de Montpellier, et entretenant des relations avec les académies étrangères, était pionnière dans les sciences expérimentales et d'application (en particulier concernant l'amélioration de la culture de la vigne, des céréales, de l'usage des engrais, et des problèmes de défrichement). Elle était pourvue d'une bibliothèque publique et d'un musée, ainsi que d'un laboratoire, riche en équipements scientifiques, où l'on procédait à des expériences de physique et de chimie (l'Abbé Nollet y fut invité à donner des cours en 1741)¹³.

Lié par famille et voisinage à Montesquieu, François de Vivens fut un correspondant assidu de son ancienne pupille Suzanne-Marie de Vivans, épouse du comte Pierre Antoine II de Jaucourt, frère aîné du chevalier de Jaucourt, l'encyclopédiste. Quant à lui, préoccupé avant tout d'améliorer l'agriculture, il procéda avec cette motivation, au long de quarante années, de 1738 à 1778, à des observations météorologiques quotidiennes consignées avec d'autres notes et réflexions dans un journal personnel, resté manuscrit. Ce *Journal météorologique* du chevalier de Vivens constitue une mine d'informations diverses relatives à l'époque. D'abord, sur le climat : on y trouve, par exemple, des relevés des températures extrêmes locales, comparés régulièrement à ceux publiés par Réaumur, Musschenbrœck et Cassini. Egalement, sur la vie quotidienne à la campagne, par ses observations et ses commentaires agronomiques, médicaux (faisant état des épidémies locales), scientifiques... On y trouve encore, à partir de 1757, des données sur les lunaisons, sur les positions astronomiques, susceptibles, selon les croyances traditionnelles, d'influer sur l'agriculture¹⁴.

Vivens, outre ses préoccupations agronomiques, partageait l'engouement «baconien» très répandu à l'époque à l'égard de l'observation des phénomènes de toutes sortes. “Il y a peu de gens”, écrivait-il, “qui ne trouvent tôt ou tard l'occasion de faire quelque observation exacte, et ce serait beaucoup d'en faire une bonne dans le cours de sa vie”¹⁵. Il réalisa donc lui-même, avec une belle constance, “un journal scientifique d'une rare qualité, sans doute parmi les plus anciennes références de la météorologie en France”¹⁶, en estimant que toutes ces observations pourraient être un jour utiles car, considérait-il, “tout trouvera son rang dans l'histoire de la nature”¹⁷.

¹¹ Jules Duhem, Une théorie inédite de la locomotion aérienne, *Mercur de France*, 1935, 1^{er} novembre, 515-545 (p. 528).

¹² Sur la biographie de Vivens, voir aussi Jules Duhem, *op. cit.*, p. 525-531.

¹³ Jean Haechler, *op. cit.*, p. 43-47.

¹⁴ Vivens [1738-1778]. Voir A. Parailous, Un homme des Lumières à Clairac : le chevalier de Vivens (cité par Jean Haechler, *op. cit.*, p. 35).

¹⁵ Cité par Jean Haechler, *op. cit.*, p. 41.

¹⁶ Jean Haechler, *op. cit.*, p. 40.

¹⁷ Citation de Vivens rapportée par A. Parailous, reproduite dans Jean Haechler, *op. cit.*, p. 42.

DE LA PHYSIQUE A L'ECONOMIE AGRICOLE

Il effectua également des expériences de physique et publia sur cette science, dans les années 1740, deux ouvrages de portée «théorique» sur lesquels nous allons revenir. Il s'intéressa aussi à la philosophie morale, politique et juridique, publiant, encore anonymement, à Genève, en 1758, un livre de *Questions sur la tolérance*¹⁸. Son intérêt pour les questions agronomiques, combiné avec les connaissances acquises en économie politique depuis son éveil à cette matière lors de son séjour anglais, l'amena à rédiger un grand ouvrage d'économie politique relatif à l'agriculture, *Observations sur divers moyens d'encourager et de soutenir l'Agriculture, principalement dans la Guyenne*, en deux volumes, publiés respectivement en 1756 et en 1761. Vivens y critiquait les facteurs qui empêchaient à l'époque le développement de l'agriculture (notamment les privilèges et les monopoles, les interdits sur la production du tabac, laissée, sous la pression de la Compagnie des Indes, à la Louisiane, alors que cette culture aurait aidé à la mise en valeur de terres pauvres). Il y analysait des techniques comme les cultures alternatives, y étudiait de nouvelles productions possibles (ayant lui-même introduit la culture du mûrier dans sa région). Il y développait des arguments pour favoriser le développement du commerce, dans une perspective libre-échangiste se situant au niveau planétaire, et s'exprimait contre le développement des colonies, qui nuisait, à ses yeux, à la métropole. Il prônait la création de sociétés d'agriculture, de commerce et des arts, de conseils économiques national et régionaux¹⁹.

Ces deux ouvrages, de philosophie sur la tolérance et d'économie politique et agronomique, reconnus comme originaux et importants, auraient à eux seuls largement suffi à camper la figure de François de Vivens comme un penseur des Lumières. Il aura été moins heureux, pour notre regard rétrospectif, avec ses ouvrages sur la physique dont le propos se trouvait déjà marginalisé, à son époque même, par rapport à une scientificité physico-mathématique de plus en plus sûre d'elle. Cependant, que ces différents ouvrages soient le fruit des réflexions d'une même personnalité est en soi un fait d'histoire intellectuelle qui mérite l'attention.

Ce fait n'est d'ailleurs pas isolé, et l'on constate la publication, tout au long du siècle, d'ouvrages, dus à des auteurs par ailleurs honorablement connus, se proposant de formuler des vues synthétiques sur la gravitation, ou sur la physique, toutes propriétés réunies, alternatives à ce qui était vu comme une physique abstraite du calcul. Telles, par exemple, les réflexions sur les causes de la gravitation publiées à New York en 1745 sous le titre *An explication of the first causes of action in matter : and of the cause of gravitation*, et dues à Cadwallader Colden (1688-1776), gouverneur adjoint de de cette ville et ami de Benjamin Franklin, ou

¹⁸ François de Vivens, *Questions sur la tolérance ; où l'on examine si les maximes de la persécution ne sont pas contraires au droit des gens, à la Religion, à la Morale, à l'intérêt des Souverains et du Clergé. Première partie*, sans nom d'auteur, Chez Henri-Albert Gosse, à Genève, 1758. : cf. Jean Haechler, *op. cit.*, p. 100-102.

¹⁹ François de Vivens, *Observations sur divers moyens d'encourager et de soutenir l'Agriculture, principalement dans la Guyenne*. Premier Livre, 1758 ; Deuxième Livre, 1761 : cf. Jean Haechler, *op. cit.*, p. 103-115. Sur le lien entre la philosophie et l'économie au XVIII^e siècle, voir Georges Gusdorf, *Dieu, la nature et l'homme au siècle des Lumières*, Payot, Paris, 1972 (*Les sciences humaines et la pensée occidentale*, 5) ; *L'ordre culturel au siècle des Lumières*, Payot, Paris, 1972 (*Les sciences humaines et la pensée occidentale*, 6).

les *Réflexions critiques sur le système de l'attraction*, publiées à Nice en 1759 par un gentilhomme campagnard, Massière²⁰. Ou les *Nouveaux principes de physique* (4 vols., 1781-1784) de Jean-Louis Carra²¹, dédiés au roi de Prusse, ouvrage dans lequel l'auteur retrouve l'idée substantialiste de Vivens sur la force centrifuge, parente de la force électrique (il publia aussi une *Dissertation élémentaire sur la nature de la lumière, de la chaleur, du feu et de l'électricité*, Londres, 1787). Ou encore les théories du baron de Marivetz, auteur avec Goussier d'une *Physique du monde* en 9 volumes (1780), celles de l'abbé Bertholon sur l'électricité (*De l'électricité du corps humain dans l'état de santé et de maladie*, 2 vols., Paris, 1786), etc.²². Ces auteurs avaient en commun avec Vivens d'avoir une vie active dans d'autres domaines que les sciences, tout en s'intéressant à ces matières au point de vouloir contribuer à leur théorie, et de s'en estimer capables, sans en être spécialistes et sans faire usage de mathématiques.

Encore Vivens acceptait-il les théories scientifiques admises de la mécanique et de la gravitation, et ne voulait qu'en approfondir métaphysiquement les raisons, dans la perspective d'en tirer une grande synthèse qui unifierait les parties disjointes de la physique. Tandis que l'on trouve régulièrement jusqu'à la fin du siècle, et même au début du suivant, des tentatives de réfutation de la physique «abstraite» du calcul (celle que l'on appelle généralement newtonienne) par des personnalités aussi remarquées que Jean-Paul Marat, le futur révolutionnaire²³ (*Découvertes sur le feu, l'électricité et la lumière*, 1779 ; *Recherches physiques sur l'électricité*, 1782 ; *Mémoires académiques ou nouvelles découvertes sur la lumière*, 1788), Louis-Sébastien Mercier, écrivain, membre de l'Institut et Conventionnel, auteur de *L'An 2440* et des *Tableaux de Paris*²⁴ (*De l'impossibilité du système astronomique de Copernic et de Newton*, 1806, ouvrage au titre très explicite), ou encore le philosophe Georg Wilhelm Friedrich Hegel, futur auteur de la *Phénoménologie de l'esprit* et des *Leçons sur la philosophie de l'histoire*²⁵, dont la dissertation *Des orbites des planètes* (1801) exalte le Soleil, "ce grand vivant"²⁶....

²⁰ Mentionnés par Yves Gingras, *Mathématisation et exclusion : Socio-analyse de la formation des cités savantes*, in Wunenburger, Jean-Jacques (éd.), *Bachelard et l'épistémologie française*, Coll. Débats philosophiques, PUF, Paris, 2001.

²¹ Jean-Louis Carra (1742-1793) fut également l'auteur d'un *Système de la Raison ou le prophète philosophe* (1782), d'inspiration matérialiste et révolutionnaire. Comme L.-S. Mercier et J.-P. Marat mentionnés ci-dessous, il fut un acteur de la Révolution de 1789. Sur leurs activités politiques, voir les notices à leurs noms dans Albert Soboul (dir.), *Dictionnaire historique de la Révolution française*, Presses Universitaires de France, 1989.

²² Mentionnés par Gaston Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, *op. cit.*, p. 37-38, 59-60, 108.

²³ Jean-Paul Marat (1743-1793). Très cité à la fin du XVIII^e siècle, écrit Bachelard, "il a fait quelques cinq mille expériences sur la lumière (...), dont pas une seule n'est retenue par la physique" (G. Bachelard, *op. cit.*, p. 81). Un bilan plus récent a été effectué récemment : voir Jean Bernard, Jean-François Lemaire et Jean-Pierre Poirier, *Marat, homme de science ?*, Coll. Les Empêcheurs de penser en rond, Synthélabo, Paris, 1993.

²⁴ Publiés respectivement en 1770 et 1781-1788 (ce dernier en 12 volumes). Louis-Sébastien Mercier (1740-1814).

²⁵ Publiés respectivement en 1807 et 1837.

²⁶ Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) : *Dissertation De Orbitis planetarum* (1801). Trad. fr. et notes par François de Gandt, *Des orbites des planètes*, Vrin, Paris, 1979. On consultera avec profit, notamment sur ses méprises quant au sens de concepts physiques, et, en particulier de la

DU VOL DES OISEAUX AUX FORCES CENTRALES.
LE PARTI-PRIS SUBSTANTIALISTE

Le premier mémoire lu par François de Vivens devant l'Académie de Bordeaux, daté de 1743, portait sur des observations météorologiques, notamment des variations du thermomètre, à partir desquelles il crut pouvoir prédire l'imminence d'un tremblement de terre²⁷. Il s'en produisit bien un peu après, mais ce ne fut que pure coïncidence, car les argumentations de Vivens étaient très imprécises, faisant appel à des analogies floues sur des humeurs et des exhalaisons, du genre de celles que décrit Bachelard dans *La formation de l'esprit scientifique*²⁸. Il interpréta des hausses insolites de son thermomètre Réaumur, observées en 1741 et 1742, dues probablement, en réalité, à une sensibilité particulière du verre, en termes d'un effet supposé d'"exhalaisons cosmiques" produisant une chaleur où il crut reconnaître le même principe immatériel de vie qu'il pensa aussi diagnostiquer à propos du vol des oiseaux.

C'est en effet vers cette même époque qu'il travailla avec Montesquieu à des "observations sur le vol des oiseaux" dont l'objectif final était d'étudier la possibilité du vol humain. Mais ils renoncèrent, en définitive, à publier le texte inachevé, qui devait se terminer par une "théorie du vol aérien" : le manuscrit avait cependant été conservé et fut retrouvé, et publié en 1935, avec une présentation, par Jules Duhem²⁹. L'un des aspects les plus positifs de ce travail était la critique de la théorie, alors dominante, de Giovanni Borelli³⁰, qui voyait dans le vol des oiseaux une série de sauts répétés et excluait ainsi que l'homme puisse voler. L'objection principale que Vivens et Montesquieu lui opposèrent (et elle était décisive) reposait simplement sur l'observation du vol des oiseaux plânant, que Vivens avait faite

force centrifuge, l'étude liminaire de F. de Gandt : La critique de la mécanique newtonienne chez Hegel (p. 25-126), et la préface du R.P. Dominique Dubarle (p. 7-23).

²⁷ François de Vivens, Observations météorologiques, *Registres de l'Académie Royale des sciences de Bordeaux*, 1743 ; cf. Jean Haechler, *op. cit.*, p. 47-50.

²⁸ Gaston Bachelard, *op. cit.* Sur les conceptions de l'électricité et du magnétisme comme émanations, voir Edmund Whittaker, *A History of the theories of aether and electricity: from the age of Descartes to the close of nineteenth century*, Longmans, Green and C°, London and New York, 1910. New ed. rev. and enlarged : *A History of the theories of aether and electricity, vol. 1: the classical theories*, Nelson, London and New York, 1951, p. 33-66. Cet auteur mentionne la conception du chimiste Wilhelm Homberg [1652-1715], à Paris, qui assimilait la chaleur et la lumière comme des principes sulfureux (ibid., p. 39). Vivens parlait d'"émanations sulfureuses" ; il identifia, semble-t-il, le «gaz des marais».

²⁹ Jules Duhem, *op. cit.* Jules Duhem éclaire les circonstances de la collaboration entre Vivens et Montesquieu, ce dernier assisté de son fils Segondat. Il met en parallèle leur théorie et celle du vol humain par Jean-Jacques Rousseau (dans un texte composé la même année, «Le nouveau Dédale», qui resta également impublié et dont il ne reste qu'une version abrégée par rapport à l'original perdu, par Antoine Lomet, publiée par Pierre-Paul Plan, *Mercure de France*, 16 octobre 1910 ; voir J. Duhem, *op. cit.*, p. 520-524) ; il indique comme commune origine de leurs préoccupations pour la locomotion aérienne l'expérience en partie ratée (terminée par une chute) de Jean-François de Boisvin, marquis de Baqueville, qui, en 1742, franchit une distance de plus de cinquante toises en plein Paris, sur les bords de la Seine. Son appareil imitait une aile d'insecte et non d'oiseau, pour une meilleure stabilisation.

³⁰ Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), physicien et physiologiste italien, fondateur de l'«iatromécanisme», conception mécaniste des êtres vivants, inspirée du mécanisme cartésien.

avec les corbeaux de ses labours³¹. Les auteurs conjecturaient aussi sur le vol : à une hypothèse physique sur le comportement des corps dans les fluides, dont nous allons parler, ils ajoutaient le rôle des vessies d'air sur le corps des oiseaux, gonflées et vidées à volonté par l'action des muscles, comme une machine pneumatique, qui leur permettaient de se diriger vers le haut ou le bas, en analogie avec les vessies natatoires des poissons.

On ne sait pas avec précision quelles furent les contributions respectives de Vivens et de Montesquieu dans ce travail. Le manuscrit est constitué d'un mémoire principal écrit par la main de Vivens, et d'appendices de la main du baron de Segondat, le fils de Montesquieu, qui aidait son père dont la vue déclinait ; mais il est très vraisemblable que les considérations du texte principal aient été le fruit de l'élaboration commune. On peut également penser que la décision de ne pas publier (et de laisser le travail inachevé) aura plutôt été prise par Montesquieu que par Vivens, le premier étant plus au fait des débats à l'Académie de Paris, et prévoyant la critique que leur théorie de la locomotion aérienne pourrait encourir³², tandis que le second faisait montre d'«une opiniâtreté certaine à maintenir des théories hasardeuses»³³, au dire de Jean Haechler, et comme ses livres sur la physique le confirment.

Les auteurs étaient amenés par leur sujet à s'interroger sur les propriétés des solides dans les fluides, rapportant des expériences comme celle de la planche flottante brisée par un coup brusque, rapportée par Pieter van Musschenbroek, dans son *Essai sur la physique* (tome I, p. 423)³⁴, qui montraient «à quel point un liquide est capable de résister à la pression d'un corps solide»³⁵. Dans leur approche de la mécanique des fluides, ils semblent suivre simplement les lois reçues quand ils proposent qu'«un corps qui se meut librement dans un fluide ou milieu quelconque, selon toutes sortes de directions, a deux obstacles à vaincre, la gravité de la masse et la résistance du milieu». Ils admettent d'ailleurs la loi d'Archimède sur la poussée vers le haut d'un corps plongé dans un liquide, en la formulant dans les termes pratiques de l'observation : «un corps plongé dans un liquide s'enfonce lorsque le volume de ce corps pèse plus qu'un égal volume du liquide ; (...) ce corps reste en équilibre quand son volume est d'un poids égal, et surnage s'il est plus léger». Ils estiment cependant qu'elle n'est pas assez générale, car «elle ne se prête pas à tous les cas»³⁶. Or, les cas donnés comme échappant à la loi d'Archimède sont les métaux en feuille flottant sur l'eau et, au contraire, du liège réduit en poussière tombant au fond (des expériences en sont rapportées en appendice). Ils allaient avoir des implications considérables sur la pensée physique ultérieure de Vivens.

Remarquons que ce dernier formulait la loi d'Archimède en termes de poids et de volume respectivement d'une masse d'or et d'une masse d'eau, sans considérer le problème en termes de pression exercée sur la surface du corps. Il

³¹ Jules Duhem, *op. cit.*, p. 527.

³² Jules Duhem, *op. cit.*, p. 530.

³³ Jean Haechler, *op. cit.*, p. 55.

³⁴ Voir aussi les expériences rapportées dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* (Paris) pour l'année 1705.

³⁵ Jules Duhem, dans François Labat de Vivens et Charles-Louis Segondat de Montesquieu, Du vol des oiseaux, manuscrit inachevé, publié par Jules Duhem, *Mercure de France*, 15 novembre 1935, 25-41 : note d'édition, p. 27.

³⁶ Vivens et Montesquieu, Du vol des oiseaux, *op. cit.*, p. 28.

admettait une explication par une adhérence de l'eau au métal mais sans considérer la diminution de la force de pression par élément de surface du solide si cette surface est très étalée par rapport au volume. Il est vrai que la dynamique des solides dans les fluides n'était pas encore développée, et qu'elle ne le serait qu'avec les travaux de d'Alembert et d'Euler, dans les années 1749-1755. Vivens préférait proposer une explication qualitative bien plus générale, une théorie substantialiste de la matière, qui semble bien être le point de départ de ses théories ultérieures de la physique et du mouvement. Il faisait la supposition qu'“un corps, ou une partie de matière, acquiert par la division et par l'extension [par exemple, quand on le bat en feuille] autant de *force centrifuge*, qu'il perd de *force centripète* ou contraignante. Par là, il peut se soutenir dans l'eau, dans l'air, et même dans le vuide, ou dans quelque milieu que ce soit”³⁷. A l'inverse, pour les corps légers réduits en miettes, cette force leur fait défaut, et le liège en poudre tombe.

Tel était donc, pour lui, ce “principe universel” plus général que celui de la poussée d'Archimède, qui “comprend tous les milieux possibles, de tous les degrés de fluidité ou de densité”³⁸. L'usage des termes de “force centripète” et surtout “centrifuge”, dans un tel contexte, étonne. Empruntées verbalement respectivement à Newton et à Huygens, les forces invoquées par Vivens sont des sortes de puissances qui s'emmagasinent dans les corps, ou se dilapident. Vivens développerait par la suite de manière systématique, dans ses Traités, son idée du couple antagoniste des *forces centrales*, *centripète-centrifuge*, tributaire d'une imprécision sur la notion de force, et d'une conception substantialiste de cette dernière, qui caractérise en définitive la matière dont ces forces sont le siège.

Plus loin dans le même texte, Vivens fournit quelques indications sur “cette matière *élastique et centrifuge* (sic)³⁹ dont [il a] établi la nécessité, et, à ce qu'il [lui] paraît, l'existence”, et évoque la *matière du feu*, à cause de la chaleur des oiseaux, dont une croyance répandue voulait qu'elle expliquât leur comportement, par exemple migratoire (les hirondelles étaient supposées s'assoupir l'hiver, dans les pays du nord, sous la glace des étangs ; au printemps elles allaient vers le Sud chercher les insectes, encore endormis aux régions nordiques⁴⁰). L'explication du comportement par la chaleur était étendue par Vivens aux autres animaux, dont cette matière “gonfle les muscles et les fibres motrices, et, par conséquent (...) a encore des rapports bien marqués avec la Vie”, ainsi qu'avec la “Substance immatérielle”. C'était la pensée que Vivens désignait alors ainsi (étendue plus tard au mouvement comme principe), “puisqu'elle [cette matière] exécute ses ordres [les ordres de la pensée] avec tant de promptitude et de facilité”⁴¹.

L'identification de la matière de la chaleur avec le feu et avec la lumière se trouve aussi chez des auteurs contemporains, tels Wilhelm Jakob 's Gravesande, qui parle d'“*ignis*”, et Wilhelm Homberg, et même plus tard chez Josip Ruder Boscovic⁴² et chez d'autres encore. Mais on en trouve antérieurement des indices

³⁷ *Ibid.* Souligné par moi (M.P.)

³⁸ *Ibid.*, p. 29.

³⁹ C'est moi (MP) qui souligne.

⁴⁰ Jules Duhem, *op. cit.*

⁴¹ Vivens et Montesquieu, *op. cit.*, p. 34-35.

⁴² Josip Ruder Boscovic, *Theoria Philosophiae Naturalis*, Venezia, 1763. Ré-édition, avec la traduction en croate, *Teorija Prirodne Filozofije*, par V. Filipovic, J. Stipisic, Z. Dadic, Zagreb, 1974, § 469.

dans les “Queries” de l'*Opticks* de Newton, où l'auteur se demande si “ce n'est pas en raison de la force et de la vigueur de l'action entre la lumière et les corps sulfureux que les corps sulfureux s'enflamment plus vite et brûlent plus fortement que les autres corps ?”⁴³. Ce n'est que vers le milieu du XVIII^e siècle qu'il fut admis, sur une base expérimentale, que les effets calorifiques et lumineux de la lumière par les corps incandescents étaient séparés, les premiers étant rapportés à un fluide spécifique, le «calorique». Vivens se situait avant cette distinction, mais bien dans les conceptions de son époque.

OBSERVATIONS, FLUIDES SUBTILS ET CURES ELECTRIQUES

“Son mémoire est le seul écrit original où l'on trouve exposée en corps de doctrine une théorie cartésienne du vol aérien”, écrit, de Vivens, Jules Duhem, évoquant à ce propos les *Météores*, les *Principes de la philosophie* ou les *Réfutations*, voire le *Traité de l'homme*, et faisant un rapprochement entre le «fluide subtil» de Vivens et les «esprits animaux» de Descartes⁴⁴. Mais cette qualification de cartésianisme demande distinctions et nuances. Les raisonnements de Vivens sont ici plutôt, par certains aspects, du type de ces inventions de l'imagination que Bachelard décrit dans *La formation de l'esprit scientifique*. Jules Duhem rapproche aussi, il est vrai, le fluide de Vivens du «principe vital» de van Helmont⁴⁵.

Certes, le chevalier avait une tendance marquée, même dans ses premiers écrits, à ramener ces considérations à l'exemplification d'un *système de principes*, formulés, si l'on veut, à la manière de Descartes, mais fort différents cependant. C'est essentiellement à l'exposé et à l'examen de ces “principes” que nous consacrerons la suite de cette étude, et nous verrons qu'ils diffèrent des principes cartésiens, tout en se réclamant de la simplicité, par l'arbitraire de ses métaphores prises pour des raisons profondes, et son retour aux grandeurs conçues comme des substances, les quantités redevenues qualités.

On notera d'ailleurs que Vivens avait soin, dans ses divers écrits, de se démarquer de Descartes, estimant être plus près de l'esprit des physiciens de l'observation de son siècle comme Boerhaave, 's Gravesande, Musschenbroek, Nollet (on pourrait encore citer Desaguliers et, pour le siècle précédent, Francis Bacon ou Robert Boyle, bien qu'il ne les mentionne pas)⁴⁶. Notons que l'abbé Nollet attribuait les phénomènes électriques qu'il étudiait, et qu'il publia à partir de 1745 dans les *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* de Paris, à la présence dans tous les corps d'un fluide “très subtil et inflammable”, susceptible de former dans le cas d'électrisation par friction, un “courant effluent”, compensé par un courant “affluent” pénétrant le corps de l'extérieur, ces deux courants étant

⁴³ Newton, *Opticks or a Treatise of the reflections, refractions, inflections, and colours of light*, 1704 ; 2nd édition with corr., London, 1721 ; reprint. from the 4th édition, foreword by A. Einstein, introd. by E. T. Whittaker, Bells and sons, London, 1931.

⁴⁴ Jules Duhem, *op. cit.*, p. 525. Voir aussi p. 540, 544-545.

⁴⁵ Jules Duhem, *op. cit.*, p. 541.

⁴⁶ Jakob Boerhaave (1668-1738), Wilhelm Jakob 's Gravesande (1688-1742), Pieter van Musschenbroek (1692-1761), tous trois de Leyde ; Jean Théophile Desaguliers (1683-1744), de famille protestante française réfugiée en Angleterre, qui traduit en anglais l'ouvrage de 's Gravesande ; l'Abbé Jean-Antoine Nollet (1700-1770), de Paris...

responsables de l'effet de l'électrisation sur les corps de leur voisinage⁴⁷. La théorie des «effluves électriques» opposées de l'Abbé Nollet présente quelque ressemblance avec les idées de Vivens sur les forces ; on sait qu'elles eurent un effet indirect sur les premières conceptions de Franklin, qui leur opposa ensuite victorieusement sa théorie du fluide électrique unique. La théorie des effluves fut ensuite totalement renversée par celle de l'action électrique à distance, élaborée, dans la lignée de Franklin, par F. U. T. Aepinus aux Académies de Berlin et de Saint Petersburg⁴⁸.

Dortous de Mairan, tout en condamnant la matière subtile des tourbillons de Descartes, revendiquait, lui aussi, l'existence d'un «fluide subtil». A propos de sa théorie de la congélation, exposée dans sa *Dissertation sur la glace* qui avait obtenu le prix de l'Académie de Bordeaux en 1716, reprise pour sa quatrième édition en 1748, avec une nouvelle préface, lue devant l'Académie Royale des sciences de Paris, il écrivait : «Lorsque les plus grands philosophes ont tant à faire que de vouloir expliquer certains effets généraux de la nature par une cause intelligible, ils ont tous été contraints de recourir à quelque fluide subtil, répandu dans l'univers, et infiniment actif⁴⁹».

En 1751, Vivens relatait dans son *Journal météorologique* des expérimentations de cure par décharges électriques sur un homme souffrant de paralysie partielle, avec la curiosité enthousiaste et assez ingénue de l'époque pour ces pratiques de thérapeutes démiurges : «Enfin, je suis parvenu à tirer une fort bonne électricité de ma nouvelle bouteille... [le patient] a été très bien électrisé, de toutes les jointures des doigts, aux muscles de la main, du poignet et d'une partie de l'avant-bras ; il a senti de fort bonnes secousses : et il avait le bras fort chaud : l'opération a duré environ deux heures. Les étincelles étaient brillantes, vives, d'un feu clair et pétillant bien». Le patient ne parut pas s'en trouver mal, puisque Vivens écrit un peu plus loin : «Il m'a dit qu'il s'était trouvé hier à merveille et qu'il ne boîtaît pas du tout». Peut-être même en est-il sorti guéri...⁵⁰.

Vivens s'intéressa à des expériences sur le thermomètre et sur la mesure de l'électricité atmosphérique par temps d'orage avec un autre physicien (et juriste) de la région, Jacques de Romas, de Nérac⁵¹ : Romas, qui inventa à Nérac, indépendamment de Benjamin Franklin (1706-1790) à Philadelphie, et en même temps, le cerf-volant électrique et le paratonnerre (vers 1753)⁵². L'Académie Royale des sciences de Paris, qui élit peu après Romas dans son sein, rendit son arbitrage,

⁴⁷ Jean-Antoine Nollet, *Recherches*, 1749, p. 245 ; cf. Whittaker [1910]1951, p. 44-45 ; Christian Licoppe, *La formation de la pratique scientifique. Le discours de l'expérience en France et en Angleterre (1630-1820)*, La Découverte, Paris, 2001, p. 161-194.

⁴⁸ Franz Ulrich Theodor Aepinus (1725-1802), auteur de l'ouvrage *Tentamen Theoriae Electricitatis et Magnetismi*, Saint-Petersbourg, 1759. On évoquerait également volontiers les expériences de Charles-François du Fay (1698-1739) sur le tube électrisé et la feuille d'or en 1733 (voir les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, 1733, p. 23, 73, 233, 247 ; 1734, p. 341, 503 ; 1737, p. 86). Sur l'histoire de l'électricité à l'époque, voir John Heilbron, *Electricity in the Seventeenth and Eighteenth Century : A Study of Early Modern Physics*, California University Press, Berkeley, 1981.

⁴⁹ Rapporté dans le *Mercur de France*, 1^{er} décembre 1748, 110-114.

⁵⁰ François de Vivens, *Journal météorologique*, 1738-1778, manuscrit, Archives départementales du Lot-et-Garonne, 2J101, cité par Jean Haechler, *op. cit.*, p. 91-98.

⁵¹ Bachelard le mentionne, dans *La formation de l'esprit scientifique*, p. 217 : «L'amateur Romas, dans la petite ville de Nérac, suivait les variations différentes d'une cinquantaine d'appareils».

⁵² Jean Haechler, *op. cit.*, p. 94-96.

sur l'attestation de Vivens, consignée par l'abbé Nollet et Duhamel, concluant à la découverte simultanée et indépendante. Vivens inventa, quant à lui, un “brantomètre”, instrument pour mesurer les décharges électriques et prévenir de la foudre, mais sans chercher à en tirer quelque notoriété⁵³.

Bien plus tard, vers la fin de sa vie, en 1770, le chevalier communiqua à l'Académie de Bordeaux le résultat d'observations effectuées durant sept années sur les “variations singulières d'une boussole marine et d'une aiguille aimantée à l'air libre”, où il croyait constater une corrélation entre l'orientation de l'aiguille et la direction du vent, sans cependant en tirer de conclusion⁵⁴.

Il est temps de terminer cette évocation des observations et expériences auxquelles Vivens se consacra tout au long de sa vie, en soulignant la variété de ses intérêts, qu'il s'efforça toute sa vie de réunifier. Sa «théorie physique» fut, en quelque sorte, le lieu secret de ce souci.

L'ESSAI SUR LES PRINCIPES DE LA PHYSIQUE ET SES COMMENTAIRES

Nous connaissons, de François de Vivens, deux ouvrages sur la physique, tous deux parus anonymement : un *Essai sur les principes de la physique*, publié à Bordeaux, en 1746, dont le *Mercur de France* et le *Journal de Trévoux* donnèrent chacun un compte-rendu, non signé, le premier en juin 1747, le second en décembre de la même année ; et la *Nouvelle théorie du mouvement, où l'on donne la raison des principes généraux de la physique*, publiée à Londres en 1749, qui eut, semble-t-il, un compte rendu dans le *Journal de Trévoux*, auquel Montesquieu fait allusion dans une lettre à Vivens en 1750.

Le caractère anonyme de ces publications requérait, avant attribution, une recherche en paternité (d'écriture). Nous savions au départ que le chevalier de Vivens était l'auteur de la *Nouvelle théorie du mouvement* de 1749, mais nous ne le savions pas encore⁵⁵ pour l'autre ouvrage, de 1746, *Essai sur les principes de la physique*, qui avait bénéficié des deux compte-rendus mentionnés, également anonymes. La *Nouvelle théorie du mouvement* renvoie à plusieurs reprises, en notes de bas de page, à l'*Essai sur les principes de la physique* : la reprise des thèmes, et le propos de la *Nouvelle théorie* d'approfondir certaines idées proposées dans l'*Essai*, montrent sans doute possible que l'auteur de ce dernier ouvrage est le même que celui du premier. Lui-même le fait d'ailleurs savoir dès l'«Avertissement» du nouveau livre : “J'ai parlé ailleurs d'une autre espèce de mouvement, qu'on appelle angulaire (...)”, avec un renvoi en note indiquant l'*Essai sur les principes de la physique*, de 1746⁵⁶.

Du texte de la *Nouvelle théorie*, ne mentionnons à cet égard que les deux remarques suivantes. La première est instructive sur le rapport du premier au second livre de Vivens : “On s'était contenté de prouver l'existence de ces deux

⁵³ Jules Duhem, *op. cit.*, p. 528 ; Jean Haechler, *op. cit.*, p. 95-96.

⁵⁴ François de Vivens Variations singulières d'une boussole marine et d'une aiguille aimantée à l'air libre, *Registres de l'Académie Royale des sciences de Bordeaux*, séance du 24 juin 1770 ; cf. Jean Haechler, *op. cit.*, p. 50, 53.

⁵⁵ Lorsque Jean Haechler nous a communiqué ces textes.

⁵⁶ François de Vivens, *Nouvelle théorie du mouvement où l'on donne la raison des principes généraux de la physique*, sans nom d'auteur, Londres, 1749, p. iv.

forces [l'une "centrifuge" ou dispersive, interne au corps, et l'autre "centripète", extérieure aux corps et agissant sur eux] dans "l'ouvrage cité ci-dessus [dans l'«Avertissement», et la référence étant précisée en note], et de faire voir que les faits les plus suprenants s'expliquaient par elle avec facilité" ; il "restait à trouver la raison des principes eux-mêmes, et c'est ce qu'on a essayé de faire aujourd'hui"⁵⁷. Le propos de la *Nouvelle théorie du mouvement* est donc d'approfondissement et de synthèse des notions proposées auparavant dans l'*Essai*.

La seconde remarque, dans une note de bas de page, raccorde l'un à l'autre les deux ouvrages dans leur souci de fonder sur l'expérience la théorie proposée : "Vous trouverez encore beaucoup d'observations singulières dans l'*Essai sur les principes de la physique*, etc."

Les idées principales de l'*Essai* de 1746 sont bien rapportées par le compte-rendu du *Journal de Trévoux*⁵⁸. Vivens souscrit d'abord à l'idée (reprise, en fait, du Chancelier Bacon) qu'il faut faire, pour connaître la nature, des observations et des expériences, et que, selon l'expression du commentateur, "la physique expérimentale devait précéder la physique systématique". Cela étant, il jugeait que l'on était parvenu à un état des connaissances empiriques qui permettait et exigeait de les mettre en système. Selon le commentaire : "L'auteur de cet essai a cru qu'on avait une assez ample provision d'expériences et d'observations, pour établir ce système général et expliquer tous les secrets de la nature". Aristote, Képler, Descartes, Newton en avaient approché, ou plutôt, selon l'auteur du périodique des Jésuites, ils avaient tourné autour d'un tel système : l'évocation est métaphorique, préparant la synthèse logique proposée dans l'ouvrage (et qui serait davantage développée dans le suivant) : "Descartes avait imaginé un tourbillon de matière centrifuge, Newton un milieu comprimant, Képler des esprits ou événements incorporels, qui tiraient les corps vers le centre, et Aristote, sans tant de façons, deux principes, l'un de légèreté et l'autre de pesanteur, en quoi il s'est plus approché du vrai". Ce mouvement tournant va des auteurs présents vers ceux du passé : et les deux principes du système de Vivens, qui sont deux "forces centrales", l'une centrifuge et l'autre centripète, sont plus proches de la physique aristotélicienne que des modernes, à ceci près que leurs effets sont ajustés à ceux que la science moderne consacre.

Observation moderne, théorie à l'ancienne : en particulier, on s'y écarte de la raison mathématique des choses... L'auteur va plus loin, proposant que ces forces résultent de l'"esprit universel", immatériel, qui s'unirait "à la matière la plus déliée" et serait "comme l'âme du monde et le premier principe créé" : ce dernier étant identifié au Dieu créateur de la Bible, "cet esprit qui se mouvait sur les eaux selon l'expression de Moïse". La "force centrifuge", qui tend "à écarter les parties solides de la matière", en serait la manifestation première, avec pour effet direct en retour de causer "l'effort qu'elles [ces parties de matière] font pour s'approcher du «Centre»". Selon ce mécanisme, commente le chroniqueur de Trévoux avec une image parlante (assez cartésienne), la force centrifuge "remonte les ressorts de l'autre [la force centripète], et les remonte sans fin". Nous avons noté

⁵⁷ *Ibid.*, p. 33-34.

⁵⁸ François de Vivens, *Essai sur les principes de la physique* (sans nom d'auteur), Bordeaux, 1746 ; recensé dans l'article (sans nom d'auteur) : [Compte-rendu de l']*Essai sur les principes de la physique*, 1746, *Journal de Trévoux*, décembre 1747, p. 2345-2353, reproduit dans Jean Haechler, *op. cit.*, p. 133-135. Je n'ai pas eu accès à un exemplaire de l'*Essai*, difficilement trouvable.

précédemment, malgré la terminologie moderne, le sens très général et imprécis donné par Vivens aux forces centrales, centripète et centrifuge, qui ne correspond aux définitions ni de Newton, ni de Huygens, et dans une acception éminemment substantialiste.

Vivens consacre le reste de son ouvrage à “adapter les observations et les phénomènes à son hypothèse”, selon le commentaire de Trévoux, prétendant notamment donner ainsi l'explication des phénomènes électriques. Si un tube de verre frotté attire une feuille d'or⁵⁹, c'est que “la «matière» centrifuge qui sort du tube pénètre les feuilles, et que se trouvant comprimée, réunie et repoussée par la réaction du coté opposé, elle doit chasser les feuilles vers le tube, d'où une nouvelle émanation les repousse dès qu'elles l'auront touché.... Vivens applique aussi ses “principes de la physique” à la culture des plantes, à l’“arrangement du monde”, au “génie des nations” et “aux règles de la santé” : c'est, écrit-il, “de la force centrifuge bien ménagée que dépendent la santé, la durée de la vie et la souplesse des ressorts de l'âme”⁶⁰.

Le chroniqueur du *Journal de Trévoux* termine son compte-rendu par une note critique, non seulement sur les principes de Vivens qui croient aller au-delà de l’“attraction, qu'il admet”, mais indirectement sur cette dernière, en rapportant, non sans une ironie sceptique, cette remarque d'un “bel esprit” (sans doute adepte du «cartésianisme» pour lequel l'attraction était un retour des qualités occultes), que “l'attraction et les convulsions [sont] la honte de notre siècle”. Et que, malgré elle, “cette attraction a un grand nombre de partisans dans l'Europe savante” et que l’“on peut assurer que le nombre de ses partisans augmentera tous les jours”⁶¹.

Quant à la recension de l'*Essai* de 1746 dans le *Mercure*, sa facture et son contenu (par le choix des arguments rapportés et les jugements portés sur la pensée du temps) nous font fortement soupçonner que son auteur n'est autre que le chevalier de Vivens lui-même. Elle commence par un hommage appuyé à Descartes, qui continue de porter le flambeau de la raison, malgré le discrédit dans lequel les succès de la physique newtonienne, que l'auteur ne rejette pas, ont mis sa pensée. Puis les idées du livre de l'*Essai* y sont résumées, dans un esprit très proche de certaines de celles qui seront développées dans l'ouvrage de Vivens de 1749. L'auteur du compte-rendu met en valeur, en particulier, tout ce qui se rapporte aux forces centrales, centrifuges et centripètes, ainsi qu'à la lenteur du mouvement de rotation de la Terre rapportée non à la vitesse radiale, mais à la vitesse angulaire, autant de points que Vivens tenait très à cœur et qu'il reprendrait «axiomatiquement» dans la *Nouvelle théorie*. L'auteur du compte-rendu se donne cependant, il est vrai, à deux endroits, le luxe d'une certaine distance par rapport au contenu de l'ouvrage. Par exemple : “Trop peu instruit pour être tentés de prendre un parti dans ces disputes, nous savons seulement que (...) un bon esprit ne peut jamais former que des doutes et des conjectures sur ces matières, qu'environne une

⁵⁹ Allusion aux expériences de Du Fay mentionnées plus haut.

⁶⁰ François de Vivens, *Essai sur les principes*, 1746, *op. cit.*, cité par le *Journal de Trévoux*, 1747, *op. cit.*

⁶¹ [Compte-rendu], *Journal de Trévoux*, 1747, *op. cit.* Dans une lettre à Vivens en date du 13 mars 1750 (citée par Jean Haechler, *op. cit.*, p. 90), Montesquieu fait allusion à un compte-rendu du *Journal de Trévoux* sur son livre (“Vous devez être content de l'extrait du *Journal de Trévoux*, et il s'est trouvé bien des gens ici qui ont bien saisi votre ouvrage”). Mais, étant donné la date, il doit s'agir d'un autre compte-rendu, sur l'ouvrage de 1749 cette fois.

impénétrable obscurité”. Et encore, *in fine*, ce jugement sur les idées présentées par l'*Essai sur les principes de la physique* : “une théorie ingénieuse (...) et sur quelques autres points qu'on peut néanmoins combattre par de fortes difficultés”. Mais il fallait bien de cette rhétorique pour masquer que le véritable auteur du compte-rendu n'était autre que celui même de l'ouvrage recensé.

On en trouve d'ailleurs un autre indice dans l'indication, donnée en note, que l'ouvrage analysé n'a été “imprimé qu'[en] un très petit nombre d'exemplaires” : il fallait être fort proche de l'auteur du livre pour le savoir. Enfin, une correspondance entre Isabelle, la soeur du chevalier de Jaucourt, et sa belle-soeur, Suzanne-Marie de Vivans, fait état de ce que “la petite analyse *ou extrait* du livre du chevalier de Vivens paraît dans le deuxième volume du mois de juin” (du *Mercur de France*)⁶². Ce dernier comptait sur l'aide du chevalier de Jaucourt pour faire connaître ses recherches et, par son intermédiaire, passer des textes dans le *Mercur*⁶³. Voici qui transforme notre soupçon en quasi-certitude : Vivens rédigea lui-même le compte-rendu de son propre livre dans le *Mercur*, anxieux qu'il était de faire connaître “ses réponses aux objections (...) à son système”⁶⁴.

Ajoutons, pour en terminer avec la question de la paternité de ces traités et articles publiés sans nom d'auteur, que Vivens, dans une communication présentée en personne à l'Académie royale des sciences de Bordeaux le 25 août 1760 sur ces mêmes questions, sous le titre «Idée générale d'un nouveau système sur la gravitation universelle» (qui correspond au «résultat» culminant de sa *Nouvelle théorie* de 1749), fait référence à son *Essai sur les principes de la physique* de 1746 et à sa *Nouvelle théorie du mouvement* de 1749, tous deux parus anonymement, et donc ici revendiqués au plein jour⁶⁵.

LA NOUVELLE THEORIE DU MOUVEMENT,
OU : GEOMETRE SANS LES CALCULS

Dans la *Nouvelle théorie du mouvement*, où il se propose de donner “la raison des principes généraux de la physique”, le chevalier de Vivens tente de justifier les connaissances physiques de son temps par des principes métaphysiques⁶⁶. Rien là, à première vue, d'exceptionnel, puisque d'autres auteurs aussi considérables que Maupertuis, par exemple, paraissaient animés d'une préoccupation semblable à la même époque.

L'auteur affirme, dans l'«Avertissement», suivre “la Méthode des Géomètres”. Il faut l'entendre en un sens particulier, étant donné qu'il ne fait pas usage du calcul dans son livre, et qu'il partage à cet égard, peu ou prou, la conception, répandue à l'époque, que les mathématiques et la géométrie éloignent de la physique, cette dernière devant être de compréhension plus immédiate, et la

⁶² Cité par Jean Haechler, *op. cit.*, p. 82.

⁶³ Il en fait état dans une lettre à Suzanne-Marie de Vivans, la même année 1747 (cité par Jean Haechler, *op. cit.*, p. 79-80).

⁶⁴ Lettre d'Isabelle de Jaucourt à Suzanne-Marie de Vivans (citée par Jean Haechler, *op. cit.*, p. 81).

⁶⁵ François de Vivens, Idée générale d'un nouveau système sur la gravitation universelle, Manuscrit lu en séance publique, pour la Saint Louis (25 août), *Registres de l'Académie Royale des Sciences de Bordeaux*, 1760.

⁶⁶ François de Vivens, *Nouvelle théorie du mouvement*, 1749, *op. cit.*

précision du calcul étant hors de propos si l'on considère les objets physiques, qui ne sont jamais idéaux⁶⁷.

Dès le chapitre premier, sur les définitions et axiomes, Vivens démarque sa théorie “d'une simple hypothèse de calcul”, qui serait seulement possible, alors qu’“il s'agit ici du système réel de la Nature et des vrais principes de la Physique”⁶⁸. Déclarant admettre qu'il faut une raison à tout ce qui existe (principe de raison suffisante rapporté à Leibniz, Wolff et les *Institutions de physique* de Madame du Châtelet), Vivens tient à préciser ce qu'il entend par là : “L'effet doit avoir tout le rapport possible avec la cause”, et non “l'effet est proportionnel à la cause”, le mot “rapport” n'étant pas à entendre, ici, comme un rapport de quantité (comme “proportion”). C'était se mettre d'emblée à distance du calcul mathématique. Cette position est précisée plus loin, lorsqu'il est question des “rapports physiques ou qualités sensibles” : “j'appelle ces rapports, *physiques*, parce que nous ne pouvons les connaître que par estime et à peu près ; au lieu que nous connaissons parfaitement les rapports mathématiques”⁶⁹. Et, dans ses remarques terminales, Vivens expose que c'est Galilée qui a “recommencé” à faire perdre de vue les principes physiques en introduisant “des principes purement géométriques”⁷⁰.

Si, cependant, Vivens indique suivre la «Méthode des Géomètres», on peut le comprendre de deux façons. La première, dans l'acception traditionnelle rapportée aux *Eléments* d'Euclide, désigne l'organisation de son traité, *more geometrico*, c'est-à-dire (d'apparence) axiomatique et déductive. La seconde prendrait le terme «Géomètre» dans le sens qu'il a aux XVII^e et XVIII^e siècles, de Galilée à Newton, Euler et d'Alembert : il faut alors comprendre qu'il accepte les résultats et les relations de grandeurs obtenus par les savants qui étudient les phénomènes physiques au moyen de la Géométrie et de l'Analyse.

L'ouvrage est, en vérité, au fait d'une grande partie des acquis scientifiques en mécanique et en théorie newtonienne de la gravitation. Sont cités de manière pertinente : Képler (pour ses lois du mouvement des planètes et son hypothèse d'émanations du Soleil comme cause de ce mouvement, p. 179-180), Galilée (les *Dialoghi*, sur la loi de la chute des corps, et la remontée de l'eau par les pompes, p. 103, 175-177, 179), Toricelli (pour la pesanteur de l'air, p. 177-178), Descartes (à titre de remarques critiques, p. 173-175), Fermat (pour le principe du

⁶⁷ Voir, par exemple, les affirmations du Père Castel, Jésuite, directeur jusqu'en 1745 du *Journal de Trévoux*, dans son ouvrage sur *Le vrai système de Physique générale de Newton, exposé et analysé avec celui de Descartes ; à la portée du commun des Physiciens*, Paris, 1743 : et les remarques à ce sujet de Bachelard, *op. cit.*, p. 228-230, complétées par l'étude de l’“autre face”, vue sous l'angle sociologique, du dépassement des «obstacles épistémologiques» par la constitution d'une scientificité nouvelle : à savoir le clivage instauré par là dans les conditions d'accès à la cité physicienne, clivage marqué avant tout, comme l'analyse justement Yves Gingras, par la caractérisation mathématique de plus en plus marquée de la physique qui exclut des débats sur cette science tous ceux qui ne possèdent pas la formation suffisante et ne s'y consacrent pas professionnellement (Yves Gingras, *Mathématisation et exclusion : Socio-analyse de la formation des cités savantes*, in Wunenburger, Jean-Jacques (éd.), *Bachelard et l'épistémologie française*, coll. Débats philosophiques, PUF, Paris, 2001). On notera que Hegel (*op. cit.*) tenait encore en 1801, au nom de la philosophie, des propos sur la séparation entre mathématiques et physique assez voisins de ceux de Castel et d'autres (Hegel, *op. cit.*, p. 130-131).

⁶⁸ François de Vivens, *Nouvelle théorie du mouvement*, 1749, *op. cit.*, p. 1-2.

⁶⁹ Au chapitre 10, *ibid.*, p. 55 et suiv. Souligné par moi (M.P.)

⁷⁰ *Ibid.*, chapitre 27, p. 175.

temps minimum de la lumière, p. 18), Newton (pour sa théorie de la gravitation dans les *Principia*, p. 120, 143, 152, 179, et pour la question 21 à la fin de *l'Optique*, sur la possibilité d'un milieu fluide éthéré de l'attraction, p. 180), Leibniz (sur différents sujets, en part., p. 180), Jacques et Jean Bernoulli (p. 18), Varignon (*Nouvelle mécanique, Conjectures sur la pesanteur*, p. 107, 110, 180), Bouguer (*Entretien sur la cause de l'inclinaison des planètes*, p. 180), Euler (p. 173)⁷¹, Maupertuis (le principe de moindre action, dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin* de 1747, p. 18), Dortous de Mairan (pour un Mémoire de 1722 et son *Traité de l'aurore boréale*, p. 183), Clairaut (pour ses récents calculs - datant de 1747 - sur le mouvement de l'apogée de la Lune dans l'hypothèse de l'attraction newtonienne, trouvé deux fois trop lent⁷², p. 153), d'Alembert (p. 18)⁷³. Encore que d'Alembert ne le soit que pour son article du *Mercur de France* de mars 1748 (sur Jean Bernoulli et les problèmes traités par celui-ci), et non pour son *Traité de dynamique*, pourtant paru en 1743, ni pour son *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides*, de 1744 (quant aux *Recherches sur la précession des équinoxes et sur la nutation de l'axe de la Terre dans le système newtonien*, elles ne parurent que la même année, 1749).

Par sa recherche “métaphysique”, l'auteur a, en fait, l'ambition de tenir non seulement les lois du mouvement et la dynamique dans un même système, mais l'ensemble des lois de la physique, c'est-à-dire toutes les propriétés que l'on peut connaître des corps. Son propos est même cosmologique, puisqu'il s'étend à des considérations sur l'origine de la formation des corps matériels et à la constitution de l'Univers (encore qu'en termes très généraux). Sa volonté totalisante et son parti pris expressément métaphysique font que son oeuvre diffère radicalement des traités scientifiques marquants de l'époque.

Mais il fait fond sur le principe de Fermat du temps minimum mis par la lumière dans son parcours, qu'il veut étendre au mouvement en général (suivant en cela Dortous de Mairan), ainsi que sur le principe de Maupertuis du minimum d'action dans le mouvement des corps (tout récemment formulé, p. 17-18). De tels principes consonnent avec son projet métaphysique, argumenté en permanence par des considérations de simplicité, de symétrie, de raison suffisante (cf. p. 3).

Il admet implicitement le bien-fondé du calcul différentiel pour analyser le mouvement (“la matière reçoit le mouvement dans ses plus petites parties”, les actions se faisant sur des points, p. 12, et “la production de mouvement est instantanée”, prop. 4, p. 14), formule la conservation du mouvement (prop. 6, p. 20), conçoit l'existence du vide (p. 27), l'impénétrabilité (p. 30), reçoit la loi de

⁷¹ Avec une erreur d'orthographe, en Eller, pour un essai de 1736 sur la chaleur dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin*, t. 11. Euler est qualifié par Vivens “un des plus Sçavans Physiciens modernes”.

⁷² On sait que Clairaut, d'Alembert et Euler trouvèrent momentanément ce désaccord, qui disparut lorsqu'il poussèrent plus loin leurs calculs de perturbations dans l'interaction de trois corps. Vivens explique, pour sa part, le désaccord par une variation “en plus grande raison que celle des quarrés”, due à l'action de son fluide lumineux aux petites distances (*ibid.*, chapitre 24, p. 154).

⁷³ Et encore, parmi les autres auteurs cités : Gregory (*Astronomia Physica*, p. 149), Malebranche (p. 177), les *Leçons de physique* de Cotes, C. Wolff (*De Studio Mathesis* et les *Eléments d'optique* : p. 1, 3, 109, 175), le *Traité de physique* du R. P. Castel (p. 147), 's Gravesande (*Introduction à la philosophie*, p. i), Musschenbroek (*Essai sur les Principes de la Physique*, etc., p. 72, 83), Boerhave (p. 173), Loewenhoek (p. 166), Quesnay (*Essai Physique sur l'économie animale*, p. 136, 173)...

composition des mouvements et celle de *l'équilibre*, et décrit les forces centrifuges et centripètes (p. 33) (conçues initialement par Huygens et Newton), que nous avons déjà rencontrées dans les écrits précédents. Et encore, le mouvement est “uniforme en soi” (ce qui correspond à la “force d'inertie”, comme chez d'Alembert, qui parlait de “principe de la force d'inertie”, et qui écrivait pour sa part “le mouvement est uniforme par nature”), et varié dans ses effets (p. 34). Enfin, bien que, pour lui, les actions ne soient que de contact (proposition 7, p. 23) et malgré l'impossibilité de principe de l'action à distance (*ibid.*, scholie), deux positions cartésiennes, il accepte la gravitation universelle, qu'il justifie plus loin en en proposant un mécanisme, d'ailleurs ingénieux (voir plus bas).

UNE METAPHYSIQUE DE L'IMMATERIALITE DU MOUVEMENT

La métaphysique de Vivens se fonde donc sur la physique, qu'elle prétend en même temps fonder (transformation en *a priori* de propositions dont l'origine est, en fait, *a posteriori*). Il espère par là rendre raison de notions ou de faits encore inexpliqués ou inexplicables, comme par exemple, cette action à distance newtonienne ou attraction universelle, ainsi que les autres phénomènes observés dans la nature. Mais, dans son principe même, sa métaphysique se fonde sur une philosophie des idées et sur une «psychologie de la connaissance» qui sont en partie d'inspiration cartésienne, tout en étant formulée dans des termes compatibles avec les conceptions de Locke (voire même avec celles qu'allaient donner Condillac et d'Alembert, comme la genèse des idées dans le *Discours préliminaire de l'Encyclopédie* de ce dernier, de 1751). Vivens met en avant, en effet, la “méthode des abstractions” par laquelle “nous rendons les idées aussi simples qu'il est possible : nous rendons purement intellectuelles les idées des corps ; n'est-ce pas convenir que ces idées sont les plus claires et les plus évidentes ?” (Mais nous verrons que ces idées mêmes sont, chez lui, «substantialisées», ce qui fera toute la différence).

La première évidence et vérité, c'est, pour lui, *l'immatérialité de l'âme* (l'âme, dont nous connaissons en premier les propriétés, p. 9), et celle des principes, non seulement de la connaissance, mais de la physique elle-même : Vivens considère le mouvement comme un principe métaphysique, de nature immatérielle (“*Le principe du mouvement est immatériel*”, proposition 1, p. 6), qui vient compléter l'autre principe substantiel qu'est la *matière passive*. Au départ se tient la *dualité* de la matière inerte et de la substance agissante et pensante. A partir de là, il refait, en pensée, le monde. (Il lui faut, en vérité, admettre plusieurs “principes du mouvement”, peut-être une infinité).

Cependant, son parti-pris métaphysique le met en porte-à-faux par rapport à la pensée physique contemporaine des *concepts de la dynamique*, et le conduit à *réinterpréter* ces derniers d'une manière qui revient à *changer leurs contenus* : “le mouvement est une force”, décrète-t-il, alors que, depuis au moins Galilée et avec Newton, le mouvement était conçu comme distinct de la force, son *changement* étant l'*effet* de la force ; en outre, il distingue, ontologiquement, le mouvement et le repos (au contraire de Galilée) (p. 5, 6, etc.). Il est vrai qu'il annonce, dès l'«Avertissement», que “le *mouvement* n'est pas le transport [d'un lieu à un autre], il est la *cause*” (p. iii).

Vivens récupère donc la physique galiléo-newtonienne sur une base ontologique différente, et délibérément «métaphysique». Il garde les relations de concepts, sans les expressions mathématiques explicites (il en évoque certaines selon les besoins, telle la loi de l'inverse carré des distances pour la force d'attraction de gravitation), mais avec les comportements qualitatifs dont la science les a affectés, et se propose d'*aller plus loin* dans la mise en relation, en embrassant les phénomènes physiques de toute nature. Car, exprimer la *raison profonde des relations* de la mécanique, c'est se donner par là-même la possibilité de parvenir aux lois de ces autres phénomènes : quoique leurs principes soient, en fait, déjà convoqués (avec la *lumière* et le *feu*, supposés être l'essence des mouvements les plus déliés).

Les “démonstrations métaphysiques”, qui constituent la méthode de Vivens (p.21), sont développées au prix d'une totale imprécision conceptuelle. Par exemple : “le principe du mouvement exerce son action dans un point” (proposition 2), ce qui est arbitraire sans autre précision sur la définition du point (celui-ci est purement mathématique, résultant de la divisibilité infinie de l'espace). Quant à sa critique de l'acception commune du “mouvement” (qui contient, par ailleurs, des remarques tout à fait intéressantes (comme celle sur la vitesse relative ou apparente et surtout sur les vitesses angulaires, qui paraît anticiper la notion de vitesse de phase, p. vii⁷⁴), elle aboutit à ne fonder ce dernier ni sur l'espace (pris comme allant de soi) ni sur le temps (peu mentionné, sinon par l'instantanéité, ce qui serait encore assez cartésien, admettant aussi les relations différentielles), mais sur un “principe métaphysique” qui reste lui-même dans le vague.

On peut cependant lire cette position comme *posant au départ le mouvement*, par rapport auquel les autres notions se déterminent, ce qui peut être considéré comme une conception tout à fait originale, notamment à cette époque⁷⁵. Mais elle n'est pas étayée sur des concepts et des relations propres : il ne s'agit que d'une idée générale, d'ailleurs motivée par un parti pris théologico-métaphysique (l'immatérialité de l'âme et de la pensée, sur laquelle se greffe celle du mouvement). C'est sur elle que le système métaphysique de la physique du chevalier de Vivens est établi, avec définitions, axiomes, démonstrations et scholies, selon la tradition des *Traité*s théoriques à la manière d'Euclide.

Le choix des notions fondamentales pour une présentation axiomatique n'est pas, non plus, sans originalité : celles exprimant des opérations (actif, passif, force, repos, etc.) viennent avant celles désignant des choses (corps, etc.), tout en restant imprégnées de métaphysique traditionnelle : ces notions sont qualitatives, et parfois conçues selon la scolastique. La définition “le *mouvement* est une *force* donnée aux corps (...) et qui se transmet des uns aux autres” (déf. 10, première partie, chap 2, souligné par moi, M.P.) rappelle clairement la doctrine de l'«impetus» de Jean Buridan et Nicole Oresme.

⁷⁴ Comme il ne distingue pas à ce propos entre mouvement linéaire et circulaire, Vivens la traite indissociablement de la relativité du mouvement ; la distinction qu'il privilégie étant entre les “mouvements réels” (communs à tous les points d'un corps ou à tous les corps d'un système animés d'un même mouvement) et les “mouvements apparents” (d'un point donné sur un corps en mouvement, qui garde sa position relative).

⁷⁵ Une suggestion dans ce sens a été faite dans les années 1970 par le physicien contemporain David Bohm (mais d'un point de vue épistémologique, et non métaphysique à la Vivens) : *Wholeness and the implicate order*, Routledge, London, 1980.

Quant à sa structure, le *Traité* lui-même se présente comme une construction architecturale qui va des notions les plus «simples» ou fondamentales vers les corps et les phénomènes physiques les plus complexes. Cependant, la charge substantielle de ces concepts les soumet à des principes eux-mêmes substantiels, qui, en vérité, sont tirés de ces phénomènes complexes mêmes, et que Vivens exprime comme étant la lumière et le feu, siège des formes premières du mouvement.

DES TRANSMUTATIONS DE SENS DES CONCEPTS PHYSIQUES A L'APOTHEOSE DE LA LUMIERE

En sorte que la construction ne va du simple au complexe qu'en apparence, et de manière toute verbale : de même que les concepts physiques selon Vivens n'ont de commun avec les concepts scientifiques de son temps que le nom et, éventuellement, la forme relationnelle (les *quantités* redeviennent pour lui des *qualités*). Cela est patent, par exemple, pour les “forces centrales”, centripète et centrifuge, reprises des œuvres antérieures de l'auteur, devenues formes substantielles et puissances en soi (chapitres 5 et 6 ; voir ce que nous en avons dit plus haut à propos de *l'Essai sur les principes de la physique* de 1746).

Parmi d'autres transformations ou mutations de sens des notions physiques opérées par leur *subordination métaphysique*, mentionnons *l'impénétrabilité* qui, dans la conception de Vivens, n'est pas le concept newtonien permettant de distinguer les corps et l'étendue, mais ce qui produit de la *résistance*, ce qui *résiste à la compression* (chapitre 3). Comme la communication du mouvement (chap. 4) ne peut se faire que par le contact direct des corps, l'attraction ne peut que résulter de la présence de forces tapies dans le corps. Tels sont les principaux attendus de la première partie de ce traité systématique, qui expose les lois et propriétés générales du mouvement entre le vide et le plein pour les corps dans l'espace.

La seconde partie porte sur ses propriétés particulières ramenées à celles des atomes dont ils sont constitués, soumis aux lois des chocs élastiques (chapitre 7), et joints ensemble par le mouvement (chap. 8 : “De la formation des corps par le mouvement”), qui forme aussi leurs qualités sensibles (chap. 10). Leurs comportements sont expliqués par leur constitution issu de cette formation par le jeu des forces (solides, fluides, corps durs, “mols”, élastiques, “à ressorts, qui tiennent le milieu entre les corps durs et les corps mols” : chapitres 11 à 14).

La troisième partie porte sur “les forces nouvellement introduites dans la physique”, qui sont la force d'inertie, l'attraction ou gravitation universelle (laquelle résulte de “l'effet constant de plusieurs mouvements actuels qui existent dans l'univers”) et l'action-réaction (chapitre 15), et sur la manière dont les forces naturelles agissent, le “mouvement local”, qui correspond à des déplacements (accélération, pressions, etc.), le mouvement des fluides (chapitres 16 à 18). Puis viennent les explications portant sur les “attractions apparentes” de gravitation entre les corps, qui ont en réalité une cause : elles sont dues à des actions de contact, non pas du type des tourbillons cartésiens mais, compatibles avec l'attraction newtonienne, résultent de l'action en tous sens de particules d'un fluide universel répandu dans l'univers, les corps se faisant mutuellement écran, rompant l'équilibre

de ces actions et semblant les pousser les uns sur les autres, avec le même effet que la loi d'attraction newtonienne (chapitres 19).

La quatrième partie traite du mouvement de la lumière conçue comme une “matière subtile”, corpusculaire à la Newton (chap. 20), qui entre dans la genèse de la gravitation universelle des corps par le mode d'action indiqué plus haut (chap. 21), ainsi que d'autres espèces d'attractions (celle de l'aimant, les propriétés chimiques, etc., chap. 22) ; cette action apparaît comme “la cause générale du mouvement des astres” (chap. 23), des satellites (chap. 24), et des marées (chap. 25 : “Du flux et du reflux”). Dans ces considérations, il est fait état de l'aplatissement de la Terre aux pôles et de son renflement à l'équateur, résultant, dans la théorie de Vivens, de la pression de la lumière relativement à l'action du Soleil et de la Lune (p. 156). Les phénomènes physiologiques sont également abordés (l'action du feu et de la lumière engendre le mouvement dans les plantes, mais aussi dans les muscles, car les “esprits animaux”, notons l'expression cartésienne, sont très analogues à la lumière, chap. 26)⁷⁶.

Les remarques terminales de cette dernière partie (chap. 27) placent l'explication métaphysique du monde (compatible avec les résultats de la science de l'époque, rappelons-le) sous le signe de la lumière, “la première et la plus belle production du Créateur”, et “l'image de sa Toute-Puissance”. Cette invocation signe sans doute une inspiration cartésienne, celle du *Monde ou Traité de la Lumière*, mais celle-ci n'est pas unique, la lumière et le feu étant alors exaltés par de nombreux auteurs. Par ailleurs, les vues exposées se rapprocheraient davantage d'Héraclite que de Descartes. Il faut aussi compter avec la mise en œuvre de modèles : modèle de la lumière pour les propriétés des corps ; modèle de la gravitation universelle à la Le Sage. Revenons sur ce dernier.

LA THEORIE CORPUSCULAIRE DE LA GRAVITATION UNIVERSELLE DE VIVENS-LE SAGE

Vivens explique donc, figure à l'appui (fig. 5 de l'unique planche), les lois du mouvement des planètes et la loi de l'attraction de gravitation proportionnelle aux masses et inversement proportionnelle aux carrés des distances. Le parallèle avec la décroissance des intensités lumineuses n'est pas ici un hasard : c'est la pression de cette lumière universelle qui pousse les astres et autres objets célestes les uns vers les autres. La théorie de la gravitation de Vivens est pratiquement identique (calculs à part, que Vivens ne fait pas), à celle développée parallèlement par le mathématicien genevois Georges-Louis Le Sage (1724-1803), dont les «corpuscules ultramondains», particules extrêmement ténues, animés de vitesses très élevées et circulant en tous sens, constituants d'une sorte d'éther subtil cartésien (en vérité repris par Newton dans son *Opticks*⁷⁷), jouent le même rôle que celles de lumière chez Vivens⁷⁸.

⁷⁶ Le tout avec quelques relents d'astrologie : l'effet des planètes sur l'atmosphère a des conséquences sur l'agriculture mais aussi sur les maladies et sur les caractères.

⁷⁷ Newton, *Opticks*, *op. cit.*

⁷⁸ Georges-Louis Le Sage (1724-1803), mathématicien genevois. Voir : Loi qui comprend toutes les attractions et répulsions, *Journal des Savants*, 1764 ; Lucrèce newtonien, *Mémoires de l'Académie de Berlin* pour 1782, Berlin, 1884, p. 104 et suiv. ; *Traité de physique mécanique*,

Il est probable que les deux théories, de Vivens et de Le Sage (cette dernière, publiée en 1764, avait, en fait, été conçue dès 1747) sont d'invention indépendante. Dans les deux, un objet de matière ordinaire isolé dans l'espace, étant battu de tous cotés, n'est pas affecté dans son mouvement, puisque les forces appliquées s'annulent les unes les autres. Mais deux corps se font mutuellement écran contre le bombardement des « corpuscules », avec pour effet qu'ils sont poussés l'un vers l'autre. Le Sage montrait aussi, comme Vivens, que cet effet était équivalent à une force d'attraction mutuelle en inverse (carré) des distances, et en déduisait les lois du mouvement des planètes et des corps célestes.

Des amateurs de concordances risqueront peut-être un rapprochement entre le bain de lumière universelle de Vivens et le rayonnement électromagnétique fossile de la cosmologie contemporaine. Mais ce ne serait là tout au plus qu'une curiosité d'apparence, car sous la parenté superficielle des images se tiennent des différences bien plus considérables. L'une étant que le rayonnement cosmologique du fond du ciel ne suffirait évidemment pas à rendre compte de la force de gravitation ; une autre, qu'il est partout isotrope, même dans les « cônes d'ombre » des planètes ou d'autres objets célestes ; la principale étant qu'il s'agit, dans le premier cas, d'une hypothèse gratuite, qui ne s'appuie que sur l'imagination, et, dans le second, d'un résultat convergent d'observations extrêmement précises étayé par la conjonction des théories physiques présentement en vigueur. Les conjectures de Vivens ne sont soutenues d'aucune théorie physique de son époque, malgré l'organisation sur un mode « axiomatique » de son traité et la mobilisation de quelques concepts et principes de la mécanique, transcrits pour une signification physique différente. Celles de Le Sage, plus précises parce que soumises au calcul, sont plus raisonnables, car il ne se prononce pas sur ses corpuscules rapides d'éther subtil, et s'en tient aux prédictions d'une physique mathématisée, pour l'astronomie.

LE PROPOS SYSTEMATIQUE ET LE SENS METAPHYSIQUE

édité par Pierre Prévost, Genève, 1818. D'Alembert mentionne la théorie de Le Sage à l'article "Gravitation" de l'*Encyclopédie*. Voir la correspondance entre Le Sage et d'Alembert, publiée partiellement dans Charles Henry, Correspondance inédite de d'Alembert avec Cramer, Le Sage, Clairaut, etc., *Bulletino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche*, 18, 1885, 507-570 ; 605-649 : voir p. 517-521. Sur Le Sage, cf. Pierre Prévost, *Notice de la vie et des écrits de George-Louis Le Sage, rédigée d'après ses notes par Pierre Prévost. Suivie d'un opuscule de Le Sage sur les causes finales; d'extraits de sa correspondance avec divers savans et personnes illustres*, Genève, 1805 ; François Arago, *Astronomie populaire*, 4 vols., 1854-1858 : vol. 4, 1758, livre 23, chap 27, p. 118-119 ; William B. Taylor, Kinetic theories of gravitation, in 1877 *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution*, Washington, 1877, p. 205-282, p. 217-221, Edmund Whittaker, *op. cit.*, p. 31. Dans la deuxième édition de son ouvrage, cet auteur rapproche les corpuscules ultramondains de Le Sage des neutrinos actuels. De nombreux physiciens ont discuté, au XIX^e siècle, la théorie de Le Sage, notamment John Herschell, William Tait, James Clerck Maxwell, George Darwin, Henri Poincaré. George Darwin, rappelle Poincaré, a montré qu'il faudrait supposer que les corpuscules de Le Sage sont dépourvus d'élasticité ; lui-même calcule que leur vitesse devrait être, dans ce cas, extrêmement élevée, et qu'elles échaufferaient excessivement la Terre ; il envisage encore de remplacer les corpuscules de Le Sage par "des ondes lumineuses venues de tous les points de l'espace" exerçant une pression de Maxwell (théorie avancée par Tommasina), mais alors, la vitesse de propagation étant celle de la lumière, on serait encore conduit à des conséquences peu crédibles (Poincaré, *Science et méthode*, Flammarion, Paris, 1908, livre 3, chapitre 3, 3^e partie : "La théorie de Le Sage").

DU «SYSTEME DU MONDE» DE VIVENS

Dans la communication présentée par Vivens en 1760 à l'Académie Royale des sciences de Bordeaux sous le titre «Idée générale d'un nouveau système sur la gravitation universelle»⁷⁹, où il reprenait les grandes lignes de sa théorie, Vivens donne quelques éléments qui éclairent sur les raisons de son “système”, et qui expliquent également son propos systématique à une époque de critique générale des systèmes, philosophiques ou scientifiques, et où le mot «système» n'était admis que dans l'expression «Système du monde», avec le sens précis de la théorie newtonienne du mouvement des planètes et autres objets célestes (satellites, comètes, etc.) du système solaire⁸⁰. Lui-même s'en réclamait : “On a beau dire, on ne sera jamais sans quelque système : c'en serait un de n'en point avoir, et le plus mauvais de tous”... ; “les systèmes sont très utiles quand on les regarde comme des hypothèses qu'il faut éprouver...”. Il n'était pas seul à le faire. Son ami et correspondant, l'académicien Dortous de Mairan, prenait aussi la défense des systèmes, sans les excès du siècle passé, soutenant que l'esprit systématique est ce qui stimule l'ardeur à la recherche⁸¹.

C'est précisément à l'astronomie que Vivens se réfère : “l'Astronomie ne se fait aucune peine d'adopter des systèmes, et l'on peut dire qu'elle a gagné quelque chose à chaque système qu'elle a successivement supporté”. Sont désignés implicitement les systèmes de Ptolémée, Copernic, Descartes, Newton, vu la suite : “La Physique les reçoit d'elle, mais elle les reçoit et les abandonne difficilement. Quel temps n'a-t-il pas fallu pour lui faire admettre l'attraction, même sous le nom de gravitation universelle et comme une force dont la cause nous est inconnue”. Si Vivens adopte l'attraction newtonienne, du moins pour l'astronomie, il ne considère pas que ce soit “le grand principe de la Nature” requis par la physique : “quoique ce principe puisse être suffisant dans l'Astronomie, il ne l'est pas dans la physique”. On doit comprendre sans doute que l'astronomie se satisfait d'être mathématique, mais non la physique, qui doit chercher ses raisons ailleurs et, en particulier rendre compte de cette attraction. On doit comprendre aussi que l'attraction n'explique pas toute la physique, et Newton “lui-même a reconnu qu'on avait besoin d'un autre principe pour rendre raison de beaucoup de phénomènes”. Et nous savons bien quels sont ces phénomènes dont l'absence d'explication générale préoccupe Vivens : ce sont (parmi d'autres) ceux-là même qu'il s'est préoccupé d'observer, ceux de la physique expérimentale, de la météorologie, de l'aimantation et de l'électricité, des exhalaisons terrestres et des tremblements de terre...

Le «système de l'attraction», largement adopté à l'époque où Vivens écrivait, était donc insuffisant pour expliquer la physique des corps. Mais quel temps ne faudra-t-il pas “pour détacher ceux mêmes qui déclament le plus contre les

⁷⁹ François de Vivens, *Idée générale d'un nouveau système sur la gravitation universelle*, Manuscrit lu en séance publique, pour la Saint Louis (25 août), *Registres de l'Académie Royale des Sciences de Bordeaux*, 1760. J'en dois le texte, retranscrit du manuscrit de ces *Registres*, à l'amabilité de Jean Haechler.

⁸⁰ Isaac Newton, *Philosophiae Naturalis principia mathematica*, London, 1687. Trad. angl. par A. Motte, *The mathematical principles of natural philosophy*, 1729; 3^{ème} éd., 1726 ; trad. rev. by Florian Cajori, University of California Press, Berkeley, 1934.

⁸¹ Dortous de Mairan, Préface à la 4^{ème} éd. de sa *Dissertation sur la glace*, lue à l'Académie des sciences, rapportée dans le *Mercur de France*, 1^{er} déc. 1748, 110-114.

systèmes, de l'idée qu'on a trouvé dans l'attraction le grand principe de la Nature, et qu'il n'est pas nécessaire d'en chercher un autre...". Quant à lui, il l'a cherché et l'a trouvé, dans l'ouvrage de 1749, en expliquant aussi bien l'attraction que l'impénétrabilité par une pression, rapportée en fin de compte au mouvement de la lumière, à travers ses deux principes de la matière inerte et du mouvement immatériel.

Or, pour trouver ce principe physique manquant, voici la méthode préconisée dans la communication à l'Académie bordelaise, celle qu'il avait lui-même adoptée : "cette belle méthode d'invention [qu'il a] longtemps suivie, *qui nous fait découvrir une vérité en la supposant comme trouvée*". Autrement dit (mais cela n'est pas explicitement dit), la méthode de découverte du principe métaphysique est une transposition de la méthode algébrique (poser l'inconnue dans ses relations comme si elle était connue) : transposition quelque peu ingénue dans sa forme, car elle révèle à la lettre sa faiblesse, qui est de remplacer le rapport exact par l'analogie vague. Emprunter à la méthode algébrique, cela peut paraître paradoxal de la part de quelqu'un qui se défiait des mathématiques et de ses proportions ; mais comme les mathématiques étaient à ses yeux plus proches de la métaphysique que de la nature...

Quoiqu'il en soit, "la gravitation universelle étant donnée", et les phénomènes étant connus, l'autre force requise peut être déduite de la balance de leurs actions. Il s'agit, bien sûr, d'une «équation» purement qualitative, où entre dans l'acception des notions le pouvoir imaginaire, l'ingéniosité, et l'arbitraire que nous avons décelés. Ces notions sont, en fait, «nourries» par les phénomènes que l'on se proposait d'expliquer : complétant la force de gravitation universelle (centripète, poussant les corps les uns vers les autres) par une autre force antagoniste (centrifuge, les dispersant), Vivens en cherche la raison "par la voie de l'observation", renvoyant, en particulier, à celles, très nombreuses, qui nourrissent son ouvrage de 1746, *Essai sur les principes de la physique*, et qui illustrent "la force expansive du feu". Les émanations qui sortent des corps chauds, et qui sont en "quantité prodigieuse", "doivent nécessairement remplir tout l'espace qui sépare les corps", "frapp[ant] continuellement leurs surfaces", "press[ant] vers leur centre les plus petites parties de matière dont elles sont composées"...

La lumière manifeste le plus évidemment cette propriété, ses rayons étant comme la matière la plus "subtile" divisée à l'extrême, animée de mouvement : elle pénètre les corps, se réfracte, converge vers le centre. En sorte que les corps célestes sont "comme des éponges imbibées de lumière et plongées dans ce fluide immense" : on ajoutera cette métaphore de l'éponge dans la «théorie» de Vivens au florilège collecté par Bachelard, de Descartes (*Principes de la philosophie*, II, § 7) à Réaumur, Franklin et de nombreux autres, comme illustration d'obstacles épistémologiques causés par des pseudo explications, des analogies faussement évidentes de cette sorte⁸². Vivens renvoie alors à sa théorie de la gravitation dont nous avons parlé précédemment, où la pression de la lumière, émanation du feu, "peut balancer la force expansive que cet élément exerce intérieurement dans les corps" et réciproquement. C'est ici le feu qui est proclamé "grand principe de la Nature", selon le pressentiment des Anciens: il fournit le principe même du mouvement, dont la matière elle-même, passive par nature dans

⁸² Gaston Bachelard, *op. cit.*, p. 73-82.

la métaphysique essentialiste de Vivens, est incapable.

La physique métaphysique de Vivens est en même temps une cosmogonie, avec le feu pour principe originel, sorti de la main du Créateur : “*Que la lumière soit, et la lumière fut*”. C'est une cosmogonie physico-biblique, directement inspirée du *Livre de la Genèse*, lequel est évoqué en ces termes : “La matière ignée était créée, sortant de la main toute-puissante de l'ouvrier suprême, elle était finie, parfaite, susceptible de la plus grande mobilité ; mais elle était en repos, et les ténèbres étaient ce repos. Dieu créa un principe de mouvement et l'unit à cette matière morte et ténébreuse. A l'instant la lumière existe : elle est répandu dans tout l'univers : le feu circule, la lumière se reproduit sans cesse”⁸³.

Dans cette théorie du monde fondée sur une dualité ontologique de la *matière inerte* et du *mouvement immatériel*, de la *matière* et de la *lumière*, exprimée par deux principes physiques substantiels de la pression et de la dispersion, de l'attraction et de la répulsion, en une perpétuelle alternance, en somme, de diastole et de systole, le moins étonnant n'est pas la référence terminale à la *circulation du sang* dans les organismes vivants : le monde, selon la théorie “tirée de l'observation” de Vivens, nouveau Harvey, est une universelle “circulation du feu”⁸⁴.

REMARQUES DE CONCLUSION, OU : PHYSIQUE «BAROQUE» ET PHYSIQUE CLASSIQUE

Jules Duhem, son commentateur pour ses recherches sur le vol des oiseaux, qualifie Vivens, comme physicien, de “cartésien résolu”⁸⁵, tout en indiquant que les derniers cartésiens eux-mêmes, retranchés dans les *Mémoires de Trévoux*, étaient surpris du côté suranné de son *Essai* de 1746. Mais ce jugement n'est pas exact. Nous l'avons indiqué à propos de l'essai sur le vol des oiseaux. L'examen de la métaphysique et des “principes” de la physique et du mouvement dans les livres de Vivens, et singulièrement dans son ouvrage le plus fondamental, la *Nouvelle théorie du mouvement*, montre combien ils diffèrent des principes cartésiens, tout en y prenant en partie leur source. N'oublions pas, au demeurant, que les conceptions qui sont au soubassement de la physique mathématisée elles-mêmes, sur l'intelligibilité et sur les grandeurs, ont aussi leur source dans Descartes (mais plutôt dans les *Règles pour la direction de l'esprit* que dans les *Principes de*

⁸³ Le recours aux images bibliques dans les explications des faits de la nature était fréquent au XVIII^e siècle : voir en particulier la série des ouvrages de l'abbé Pluche, *Spectacle de la Nature*. Cf. Bachelard, *op. cit.*, p. 87, Georges Gusdorf, *op. cit.*

⁸⁴ L'image n'en avait été qu'à peine esquissée dans le livre de 1749 (p. 181). On peut rapprocher ce caractère central de la lumière et du feu d'autres ouvrages de l'époque comme, un peu plus tardifs, sur la lumière : Comte de Lacépède, *Physique générale et particulière*, 2 vols., 1782 ; sur le feu : Abbé Jadelot, *Mécanisme de la Nature ou système du monde, fondé sur les forces du feu, précédé d'un examen du système de Newton*, Londres, 1787. Et encore, pour des synthèses cosmogoniques sur l'électricité : Comte de Tressan, des Académies de Paris, Londres, Berlin, etc., *Essai sur le fluide électrique considéré comme agent universel*, 2 vols., Paris, 1786 ; Chevalier J.-C.-F. de la Perrière, *Mécanismes de l'électricité et de l'Univers*, 2 vols., Paris, 1765 (cités par Bachelard), etc.

⁸⁵ Jules Duhem, *op. cit.*, p. 527.

philosophie)⁸⁶. D'un autre côté, dans la *Nouvelle théorie du mouvement*, Vivens critique plus souvent Descartes qu'il ne le célèbre, que ce soit pour son "mécanisme romanesque" ou ses tourbillons⁸⁷.

On remarque, cependant, dans l'ensemble «baroque» d'hypothèses, de principes et de faits proposés et mis en système par Vivens, un certain nombre d'idées intéressantes par elles-mêmes et dont les conséquences sont argumentées rationnellement (comme l'essai de rendre compte de la loi de gravitation par un fluide - pour lui, la lumière - isotrope répandu dans l'espace de l'univers). Dans l'ensemble, son ouvrage témoigne d'une vive intelligence et d'une grande capacité intuitive. Il est mené, il est vrai, par une idée fixe, celle de substantialiser la notion de force, dont nous avons vu l'origine dans la curieuse hypothèse par laquelle il crut pouvoir expliquer pourquoi une mince feuille d'or peut flotter sur l'eau (à propos de ses réflexions sur le vol des oiseaux). A partir d'elle, il aura élaboré tout un «roman» axiomatique, du mouvement conçu comme force à l'ensemble des phénomènes de la nature.

Il aura surtout manqué à son auteur de se soumettre à la discipline et à la rigueur des «géomètres» qui transformaient à son époque la physique en la mathématisant et, en premier lieu, de procéder à une critique rationnelle de ses propres présupposés métaphysiques et de ses intuitions substantialistes. Dans son cas, son intérêt premier pour la physique (baconienne) de la diversité des faits empiriques aura constitué un obstacle qui l'empêcha de percevoir l'avantage épistémologique de la (véritable) méthode des géomètres, en lui en faisant voir l'abstraction comme une réduction.

Mais c'est cette abstraction même, comme d'autres le soulignaient à la cette époque, qui seule permet d'assurer le degré de certitude des connaissances : vers 1749, Euler, Clairaut et d'Alembert, avec la solution du problème des trois corps, plus tard Clairaut, avec la prédiction à un mois près du retour de la comète de Halley et sa vérification spectaculaire, montraient d'une manière jusqu'alors sans équivalent comment la force d'une théorie comme celle de la gravitation tient à sa précision mathématique. Quant au lien entre celle-ci, donnée par le pouvoir du calcul (l'analyse différentielle), et la physique, elle était l'objet des mises au point épistémologiques d'un d'Alembert, notamment, préoccupé au premier chef par le bien-fondé des *principes physiques qui justifient l'application du calcul*⁸⁸. Ces réflexions, sinon le calcul lui-même, étaient ainsi en droit accessibles à tous, comme le montrent, par exemple, les articles de l'*Encyclopédie* sur ces sujets, ce qui répondait de fait aux objections de l'époque contre une compréhension réservée aux spécialistes⁸⁹.

On mesure le contraste entre une entreprise métaphysique et totalisante comme celle de Vivens et le programme de rationalisation de la physique au sens

⁸⁶ Michel Paty, The idea of quantity at the origin of the legitimacy of mathematization in physics, in Gould, C. (ed) [forthcoming]. *Constructivism and Practice: Towards a Social and Historical Epistemology. A volume dedicated to Marx's memory*, Rowman & Littlefield, Lanham, Md (sous presse).

⁸⁷ François de Vivens, *Nouvelle théorie du mouvement*, 1749, *op. cit.*, p. 107, 173, 175.

⁸⁸ Voir, par exemple, à propos de la mécanique des fluides : Jean D'Alembert, *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides*, David, Paris, 1744 ; *Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides*, David, Paris, 1752, Discours Préliminaire.

⁸⁹ Objections analysées dans l'article d'Yves Gingras cité plus haut. En somme, la «divulgaration critique» de d'Alembert et des encyclopédistes proposait une réfutation originale de l'objection.

d'un d'Alembert, préoccupé de parvenir à quelques certitudes bien établies dans une science donnée, comme la dynamique, pour l'intelligibilité de laquelle il mettait en premier les notions liées au mouvement. Mais il le faisait dans une perspective bien différente de celle de Vivens : il fallait, pour d'Alembert, envisager l'objet de cette science “de la manière la plus simple qu'il se puisse”, et “ne rien admettre dans cet objet, que les propriétés que la science même qu'on y traite y suppose”⁹⁰. Dans ce sens, le mouvement était défini simplement comme le déplacement d'un corps dans l'espace au cours du temps.

Cette délimitation de l'objet d'étude correspond, certes, au choix délibéré d'un travail exact de la pensée et d'un approfondissement qui va, en fait, de pair avec une spécialisation. Si l'idée d'unité de la nature et du monde physique se trouve à l'arrière-plan de ce programme de travail, son mode de parvenir à la connaissance reste soumis à l'exigence de certitude. Ce n'est qu'au long d'un travail patient et rigoureux que les îlots de connaissances partielles, ou seulement factuelles, se rassembleront progressivement jusqu'à montrer la figure de l'unité : “car tout se tient dans la nature”⁹¹. On mesure, aujourd'hui, la justesse de cette position en comparaison avec les synthèses prématurées d'un Vivens et de beaucoup de ses contemporains, d'ailleurs parsemées d'erreurs d'interprétation. Ce n'était pas une conception imposée par les faits, ou par la société, surtout à une époque où tant de perspectives sur la connaissance de la nature coexistaient : elle résultait d'un choix quant à ce que c'est que «comprendre».

⁹⁰ D'Alembert, *Traité de dynamique*, David, Paris, 1743 ; 2ème éd., modif. et augm., David, Paris, 1758. Ré-impr. de la première édition, Culture et Civilisation, Bruxelles, 1966 ; Ré-impr. de la deuxième édition, 2 vols., Gauthier-Villars, Paris, 1921 ; 1 vol., Gabay, Paris, 1990 : Introduction.

⁹¹ Jean D'Alembert, Article «Elémens des sciences» dans l'*Encyclopédie*, vol. 5, 1755. Cf. Michel Paty, *Théorie et pratique... chez d'Alembert*, op. cit.