

ALEMBERT JEAN LE ROND D' (1717-1783)

L'un des mathématiciens et physiciens les plus importants du XVIII^e siècle, d'Alembert fut aussi un philosophe marquant des Lumières. Dans les sciences aussi bien qu'en philosophie, il incorpora la tradition du rationalisme cartésien aux conceptions newtoniennes, ouvrant la voie du rationalisme scientifique moderne, du moins dans sa direction physico-

mathématique. Il développa le calcul différentiel et intégral (calcul aux dérivées partielles), généralisa et étendit la mécanique newtonienne et ses applications (principe de d'Alembert, hydrodynamique, problème des trois corps) : son œuvre représente une étape décisive avant celles de Lagrange et de Laplace. Ses analyses épistémologiques originales constituent une véritable philosophie des sciences liée à une théorie de la connaissance tributaire de Locke et Condillac et annoncent, par leur modernité, bien des développements ultérieurs. Codirecteur avec Diderot de l'*Encyclopédie*, dont il rédigea beaucoup d'articles, ami de Voltaire, membre de nombreuses académies, il fut un des protagonistes les plus éminents de la lutte des Lumières contre l'absolutisme religieux et politique.



Le savant et l'encyclopédiste

Né le 16 novembre 1717, abandonné par sa mère, la marquise de Tencin, sur les marches de l'église Saint-Jean-le-Rond à Paris – d'où son nom –, Jean Le Rond d'Alembert fut recueilli et élevé par la femme d'un vitrier, M^{me} Rousseau, chez qui il demeura jusqu'à l'âge de quarante-huit ans. Son père, le chevalier Destouches, fit en sorte de subvenir à ses besoins et de lui procurer la meilleure éducation. En pension de quatre à douze ans, puis élève au collège des Quatre-Nations de 1730 à 1735, il reçut de maîtres malebranchistes une éducation janséniste et cartésienne. Bachelier ès arts, il suivit des cours de droit puis de médecine avant de se consacrer définitivement aux mathématiques. Ses premiers travaux le firent remarquer de Clairaut et il entra à l'Académie

des sciences comme « associé astronome adjoint » à vingt-quatre ans.

Il publia en 1743 le *Traité de dynamique*, dont l'importance fut décisive pour le développement ultérieur de la mécanique rationnelle, et qui assura sa consécration, et, l'année suivante, le *Traité de l'équilibre et du mouvements des fluides*, qui unifiait en quelque sorte la dynamique des solides et celle des fluides. Il gagna, en 1746, le concours de l'Académie de Berlin avec ses *Réflexions sur la cause générale des vents* – un traité des marées atmosphériques –, parues l'année précédente. Ses *Recherches sur la précession des équinoxes et sur la nutation de l'axe de la Terre dans le système newtonien* parurent en 1749, et ses *Recherches sur différents points importants du système du monde* de 1754 à 1756. Outre ces ouvrages majeurs, il donna d'importantes contributions, notamment dans les mémoires de l'Académie de Berlin – tel son travail fondamental sur l'équation des cordes vibrantes (1747) – et dans ses *Opuscules mathématiques* (9 volumes, dont 8 parus de 1761 à 1780, les 5 premiers étant les plus notables).

D'Alembert s'intéressa en outre à la musique et donna en 1752 des *Éléments de musique théorique et pratique*, suivis en 1754 de *Réflexions sur la musique en général et sur la musique française en particulier*. Ces ouvrages le firent considérer comme le théoricien des conceptions de Rameau.

Sa jeune célébrité lui ouvrit les salons parisiens et il devint un habitué de ceux de M^{me} Geoffrin, de M^{me} du Deffand, puis de celui de Julie de Lespinasse, avec laquelle il vécut à partir de 1764 : ce salon où se retrouvaient les « philosophes » était fréquenté notamment par Turgot, Condorcet et des savants étrangers de passage, tels que Hume.

Engagé en 1745 avec Diderot par le libraire Le Breton pour traduire la *Cyclopaedia* de Chambers, d'Alembert s'était lié d'amitié avec Condillac et avec Rousseau, mais il rompit plus tard avec ce dernier. Promu codirecteur « pour la partie mathématique » de l'ouvrage devenu l'*Encyclopédie*, il se trouva amené à participer activement aux débats d'idées de son temps, à tel point qu'il apparut assez rapidement comme le chef de file du « parti philosophique », avec l'appui vigilant de Voltaire, auquel le lia une étroite amitié et avec qui il entretint une volumineuse correspondance.

Ses contributions à l'*Encyclopédie* débordèrent rapidement ses attributions initiales, puisque c'est à lui qu'échut la rédaction du *Discours préliminaire* publié en tête du premier volume en 1751, discours qui apparaît comme un véritable manifeste des Lumières et qui fut immédiatement salué comme un chef-d'œuvre. En même temps qu'il développait ses vues philosophiques dans des articles de l'ouvrage (par exemple « Éléments des sciences ») aussi bien qu'en marge de ce dernier (*Essai sur les éléments de philosophie*, 1759 ; *Éclaircissements à cet Essai*, 1765 ; volumes de *Mélanges*), il participait à l'orientation idéologique de l'*Encyclopédie* par des préfaces très polémiques et des articles (tels « Dictionnaire », ou « Genève »), où il prenait nettement des positions antimétaphysiques et antiabsolutistes. Des divergences tactiques aussi bien que philosophiques l'opposèrent bientôt à Diderot, et il démissionna de l'*Encyclopédie* en mars 1759, mais revint quelques mois plus tard pour se consacrer uniquement à la partie mathématique et physique. Sa brouille avec Diderot dura jusqu'en 1765.

Cible privilégiée des adversaires de l'*Encyclopédie*, d'Alembert entretenait par ailleurs des rapports étroits – surtout épistolaires – avec les « souverains éclairés » Frédéric de Prusse et Catherine de Russie. Il refusa toutefois d'entrer à leur service, et déclina la présidence de l'Académie de Berlin que lui offrait Frédéric, la fonction de précepteur de son fils que lui proposait Catherine.

Méfiant à l'égard du pouvoir de l'aristocratie, mal vu par la Cour – son *Essai sur les gens de lettres et sur les Grands* paru en 1759 n'était pas fait pour améliorer ces relations –, il opposait à l'idéologie de la noblesse et du sang celle des talents et de l'égalité, les valeurs sur lesquelles la société devait s'appuyer étant la science et le commerce. Affirmant dès le *Discours préliminaire* l'existence d'un lien direct entre le progrès des connaissances et le progrès social, d'Alembert représente, comme la plupart des autres philosophes et encyclopédistes, l'intellectuel « organique » (au sens de Gramsci) qui exprime l'idéologie de la nouvelle classe montante, la bourgeoisie. Ce combat, il l'a mené par ses écrits de l'*Encyclopédie*, quelques rares pamphlets, dont *La Destruction des Jésuites en France* (publié anonymement en 1764), et surtout par son action au sein des académies, où son influence devint peu à peu prépondérante et où il assura la suprématie du « parti philosophique ».

Membre de l'Académie française depuis 1754, il en devint secrétaire perpétuel en 1772. Il y donna de nombreux *éloges historiques*, qui constituent une véritable histoire de l'Académie française de 1679 à 1687. Traducteur de Tacite, il donna aussi d'autres contributions littéraires de moindre importance.

Il mourut le 29 octobre 1783, au faite de sa gloire, d'une maladie de la vessie.

Le physicien et le mathématicien

En physique, d'Alembert s'est essentiellement consacré à l'étude de la mécanique et de l'astronomie, dans la suite de l'œuvre de Newton. S'il a consacré quelques mémoires à des problèmes d'optique et un essai tardif, en collaboration avec Bossut et Condorcet, à des *Nouvelles Expériences sur la résistance des fluides*, parues en 1777, ses recherches, de nature théorique, ont porté sur cette partie de la physique qui apparaissait déjà mathématisée et rationnelle : il ignora délibérément les phénomènes de la chaleur, de l'électricité et du magnétisme.

Son *Traité de dynamique* de 1743 propose une réduction et une unification de la mécanique des corps solides, en énonçant et démontrant le théorème général de la dynamique, qui est connu depuis lors comme « principe de d'Alembert » et qui fournit la loi de mouvements quelconques de systèmes soumis à des forces de liaison : ce faisant, il rapportait la dynamique tout entière aux seules trois lois du mouvement énoncées par Newton. C'est en appliquant à ce résultat la méthode des déplacements virtuels que Lagrange formula par la suite ses équations générales de la mécanique. Si d'Alembert fut arrêté dans cette direction par son refus de la notion de force, il sut appliquer son principe à de nombreux cas. Ses travaux en mécanique des fluides et en astronomie s'appuient d'ailleurs fondamentalement sur ce théorème.

En mécanique des fluides, d'Alembert réussit à fonder l'hydrodynamique sur les principes de la dynamique, c'est-à-dire à faire une science rationnelle et unifiée d'un domaine qui était jusqu'alors surtout empirique et qui réclamait des hypothèses particulières : cette tentative, ébauchée dans son travail de 1744, fut menée à bien

dans l'ouvrage sur la résistance des fluides de 1752, par l'application directe de son théorème. C'est à Euler puis à Lagrange qu'il revint de parachever, sur ces bases, la formulation de l'hydrodynamique. D'Alembert rencontra dans ce travail le « paradoxe de d'Alembert », selon lequel certains corps, selon leur figure, pourraient se mouvoir dans un fluide sans rencontrer de résistance ; le paradoxe signale en fait les limites de la théorie classique et n'a été levé que par la théorie des sillages, qui fait appel à des solutions discontinues.

En astronomie, il présente une solution approchée du problème des trois corps, en même temps que Clairaut et Euler et indépendamment d'eux. Les irrégularités du mouvement de la Lune étaient rapportées à la modification due à l'attraction solaire calculée en perturbation au moyen de l'analyse : la théorie newtonienne de la gravitation se trouva confirmée avec une précision remarquable. Les calculs effectués par d'Alembert de la précession des équinoxes et de la nutation de l'axe de la Terre (dus à l'action conjuguée du Soleil et de la Lune) sont aussi des applications remarquables du problème des trois corps et du théorème de la dynamique.

En mathématique, les contributions de d'Alembert ne furent pas moins importantes. C'est en 1746 qu'il donna une première démonstration du théorème fondamental de l'algèbre – une équation algébrique de degré n admet n racines réelles ou imaginaires – énoncé antérieurement, et repris plus tard par Gauss.

Étudiant, en 1747, le problème des cordes vibrantes, il fournit le premier exemple d'une équation d'onde avec sa solution générale, ce qui fait de lui le fondateur de la physique mathématique et, en tout état de cause, l'inventeur du calcul

aux dérivées partielles, dont il développa dès lors systématiquement l'étude (notamment dans son *Traité sur les vents*). D'Alembert introduisit aussi à cette occasion, pour la première fois, les fonctions arbitraires, qui déterminent une étape importante de la théorie des fonctions. Il développa, en outre, une nouvelle approche de la notion de limite en s'efforçant de clarifier les fondements de l'analyse, préparant ainsi la voie aux travaux de Cauchy. Il proposa par ailleurs un critère de convergence pour certaines séries (connu sous le nom de critère de d'Alembert) ce qui se rattache à son souci de la clarification des concepts, des méthodes, et de la légitimité de leur utilisation.

La philosophie des sciences

En contrepoint à son œuvre scientifique et en relation avec elle, d'Alembert a développé une théorie de la connaissance influencée par Locke et le sensualisme de Condillac, mais centrée avant tout sur une épistémologie de la physique newtonienne. C'est à nos sensations que nous devons nos connaissances ; la première est la conscience d'exister, qui légitime l'exercice de la pensée, la deuxième est l'existence des objets extérieurs, qui assure le fondement de la validité des sciences. Mais la connaissance nécessite la médiation de la raison entre le réel et la pensée. Il y a une physique de l'âme – celle de Locke – et une physique des corps qui, bien que distinctes, entretiennent des relations. Les faits de la première sont de plain-pied avec l'attention de la raison, et l'esprit est une nature simple : de cette simplicité découle l'illumination de la connaissance mathématique. La physique des corps suppose l'attention au monde extérieur ; elle vise à l'unification des faits par la pensée rationnelle s'appuyant sur l'expérience. D'Alem-

bert distingue les sciences empiriques, éloignées de cette unification, et les sciences physico-mathématiques, dont le statut est mixte, relatives à des objets concrets mais descriptibles par abstraction, au moyen des mathématiques : leurs propriétés peuvent être retrouvées par un raisonnement déductif, à partir des principes fondamentaux auxquels ils ont été ramenés. La mécanique est rationnelle en raison du degré de certitude auquel elle est parvenue, dû à son caractère mathématisé. Réaliste, prônant le recours à l'expérience, il fut en même temps profondément rationaliste dans la lignée de Descartes. Mais, bien que la raison ait été sa référence fondamentale, à tel point qu'il désirait fonder sur ses principes les plus évidents la science physico-mathématique – il essaya de « démontrer » les trois lois fondamentales de la mécanique, qu'il considérait comme des « principes » –, son programme ne peut être dit cartésien. Il rejette en effet les idées innées et accepte la critique d'une rationalité apparente requise par la considération de faits irréductibles. Le concept d'attraction revêt dans son épistémologie une importance considérable. L'attraction n'est pas réductible aux principes rationnels de la mécanique : ce sont les faits qui l'imposent, et ce concept nous oblige à réviser ce qu'il faut entendre par naturel, évident, rationnel. Il en résulte une modification, une critique en quelque sorte, de notre conception de la rationalité : une fois accepté le concept d'attraction, l'astronomie est rationnelle. La critique de l'évidence effectuée dans le cas de l'attraction est ensuite étendue à d'autres concepts qui paraissent correspondre à une clarté immédiate, celui d'impenétrabilité par exemple. Sa critique des concepts physiques ou mathématiques vise à assurer les fonde-

ments d'une connaissance certaine, et se situe dans le courant d'une lutte contre la métaphysique scolastique. Son rejet du concept de force comme de la considération d'une texture intime des corps (bien qu'il accepte l'atomisme) semblent faire de lui, par le refus de ce qui ne serait pas directement mesurable, l'annonciateur du positivisme de Laplace et de Comte : mais d'Alembert considère que la pensée peut parvenir à la connaissance du réel, et il faut plutôt voir dans sa position un effet de sa conception sur la connaissance mathématique qui est seule vraiment illuminatrice de la raison.

Son épistémologie est en définitive un réalisme rationnel référé à l'être même de la nature – la raison et la nature se rejoignent en profondeur. Elle présente cette originalité d'intervenir à partir de et après la connaissance scientifique, ce qui lui permet de garantir une autonomie des sciences par rapport aux constructions a priori, au sein d'une théorie de la connaissance détachée des anciens systèmes métaphysiques, et de prétendre ainsi renouveler la métaphysique, en tant que recherche et énoncé des conditions de la connaissance. Pour cette raison, son épistémologie, qui s'attache à la considération de problèmes et de concepts précis, est irrefutablement moderne.

Sceptique en philosophie, il se rapprocha peu à peu d'un matérialisme dynamique proche de celui de Diderot. Son épistémologie précise et sa philosophie rationnelle mais informée de l'importance de l'expérience le situent à la croisée-amont des principaux courants philosophiques qui se fondent sur l'acquis des sciences : criticisme, positivisme, matérialisme.

MICHEL PATY

Bibliographie

• Œuvres de d'Alembert

Discours préliminaire de l'Encyclopédie (1751), repr. de l'éd. 1894, Vrin, 1984 ; *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, éd. avec D. Diderot, Paris (1751-1780), 17 vol. ; *Essai d'une nouvelle théorie de la résistance des fluides* (1752), Bruxelles, 1966 ; *Essai sur les éléments de philosophie* (1759), suivi des *Éclaircissements*, Hildesheim, 1965 ; *Œuvres*, 5 vol., Paris, 1821-1822 ; *Œuvres et correspondance inédites*, C. Henry éd., Paris, 1887 ; *Œuvres philosophiques, historiques et littéraires*, 18 vol., Paris, 1805 ; *Opuscules mathématiques* (1761-1780), 8 vol., Paris ; *Traité de dynamique* (1743), 2 vol., Paris, 1921, repr. 2^e éd. (1758), J. Gabay, Sceaux, 1990 ; *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides* (1744), Bruxelles, 1966.

• Études

J. BERTRAND, *D'Alembert*, Paris, 1889 / « D'Alembert et les sciences de son temps » (ouvr. coll.), in *Rev. dix-huitième siècle*, n° 16, 1984 / S. DÉMIDOV, « Création et développement de la théorie des équations différentielles aux dérivées partielles dans les travaux de Jean d'Alembert », in *Rev. d'histoire des sciences*, XXXV, n° 1, 1982 / R. GRIMSLEY, *Jean d'Alembert*, Oxford, 1963 / T. L. HANKINS, *Jean d'Alembert, Science and the Enlightenment*, Oxford, 1970, rééd. Gordon & Breach, New York, 1990 / *Jean d'Alembert, savant et philosophe*, colloque, éd. des Archives contemporaines, Paris, 1989 / G. MAHEU, *La Vie et l'Œuvre de d'Alembert*, thèse non publ., 3 vol., Paris, 1967 / M. MULLER, *Essai sur la philosophie de Jean d'Alembert*, Paris, 1926 / J. PAPPAS, *Voltaire and d'Alembert*, Bloomington, 1963 / M. PATY, *Théorie et pratique de la connaissance chez Jean d'Alembert*, thèse non publ., Strasbourg, 1977 ; « D'Alembert et son temps. Éléments de biographie », in *Cahiers « Fundamenta scientiae »*, n° 69-70, Strasbourg, 1977 ; « L'Âge classique de la physique : d'Alembert », in *La Pensée*, n° 182, août 1975 ; « La Position de d'Alembert par rapport au matérialisme », in *Rev. philosophique*, 171, n° 1, 1981 ; « D'Alembert : science et philosophie à l'époque des Lumières », in *La Recherche*, n° 152, p. 15, févr. 1984. •