



HAL
open science

IV.1 Mécanique générale

Christophe Schmit

► **To cite this version:**

Christophe Schmit. IV.1 Mécanique générale. Jean Le Rond D'Alembert, Oeuvres complètes, Correspondance générale 1741-1752, vol. V/2, direction I. Passeron, 2015. hal-02881528

HAL Id: hal-02881528

<https://hal.science/hal-02881528>

Submitted on 25 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

IV.1 Mécanique générale

Christophe Schmit

LE TRAITE DE DYNAMIQUE DANS LA CORRESPONDANCE

Bien que D'Alembert publie son *Traité de dynamique* en 1743, et bien qu'il faille considérer cet ouvrage comme un moment essentiel de sa production scientifique, les correspondances éditées dans le présent volume ne l'évoquent que relativement peu. La première lettre de D'Alembert dont nous disposons datant de 1746, les échanges épistolaires n'informent malheureusement pas sur le processus d'élaboration de l'ouvrage ou sur sa réception immédiate. Par ailleurs, ils ne reflètent pas non plus cette période de créativité intense au tournant de 1740 relative aux principes de dynamique, période impliquant des acteurs tels que Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, Alexis-Claude Clairaut, Daniel Bernoulli ou Leonhard Euler. Les premiers échanges en notre possession avec Maupertuis, président de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Berlin, et avec Euler datent de l'année 1746 (46.06 et 46.08) et il n'existe manifestement pas de lettres entre D. Bernoulli et D'Alembert. *A contrario*, Clairaut entretient une correspondance nourrie avec Euler et D. Bernoulli. Lettres en partie perdues ou bien introuvables à ce jour, il faut aussi noter que D'Alembert entre plus tardivement sur la scène scientifique européenne que ses collègues académiciens Maupertuis et Clairaut, et ce justement par son premier *opus*, le *Traité de dynamique*.

L'évocation explicite de l'ouvrage ne porte alors que sur son envoi à Maupertuis, à Euler et à l'Académie de Berlin (46.08 et 47.01), et ne se fait que par le biais d'une brève mention du « principe de dynamique » qu'il contient et dont D'Alembert, dans une lettre à Cramer, vante l'efficacité à l'occasion de sa résolution du problème de précession des équinoxes (49.02), ou intervient lors de réflexions adressées au même correspondant concernant les concepts d'espace et de temps (51.02)¹. Ce livre demeure aussi présent d'une manière indirecte, D'Alembert appliquant le principe à ses travaux sur les fluides, sur la cause des vents, et à ceux de mécanique céleste, sujets évoqués à de nombreuses reprises dans différentes lettres (voir Introduction §§ IV.2 et IV.4).

LA DYNAMIQUE AUTOUR DE 1740 : PROBLEMES ET PRINCIPES

Aspects terminologiques

Dans la seconde édition de son *Traité* de 1758, avant d'énoncer son principe, D'Alembert précise que « ce principe & la plupart des Problèmes suivans, étoient contenus dans un Mémoire que j'ai lû à l'Académie sur la fin de 1742, quoique la première Edition de ce *Traité* n'ait paru qu'en 1743. Le même jour où je commençai la lecture de mon mémoire, M. Clairaut en présenta un, qui avoit pour titre, *Sur quelques Principes qui facilitent la solution d'un grand nombre de Problèmes de Dynamique* ; ce Mémoire imprimé dans le

¹ La lettre (51.04) adressée à Cramer, bien que ne mentionnant pas explicitement le *Traité de dynamique* prolonge la discussion de (51.02) en livrant une définition de la vitesse instantanée qui correspond à celle figurant dans ce livre. Par ailleurs, le contenu de (46.12), lettre d'Euler perdue, est connu par ce qu'en rapporte D'Alembert dans la seconde édition de 1758 de son *Traité de dynamique* et portait manifestement sur la solution d'un problème de ce livre (voir 46.12). Enfin, Ludot loue les « sublimes ouvrages sur la dynamique » de D'Alembert sans plus de développements (46.02).

Volume de 1742, a été lû après le mien, avec lequel il n'a d'ailleurs rien de commun »². Ce propos ayant pour but de régler d'éventuelles questions de priorité témoigne aussi de l'existence de réflexions sur des méthodes générales de résolutions de problèmes similaires ; la chronologie serrée suggère l'intense activité des savants de l'époque³.

Problèmes similaires, en effet, car appartenant tous à une catégorie dénommée « dynamique » terme, écrit D'Alembert en 1743, « fort usité aujourd'hui parmi les Savans, pour signifier la Science du Mouvement des Corps, qui agissent les uns sur les autres d'une manière quelconque »⁴. Il s'agit alors de déterminer le comportement de corps « qui se choquent d'une manière quelconque, ou qui se tirent par le moyen de quelque Corps interposés entr'eux, & auquel ils sont attachés »⁵ ; Clairaut évoque en 1736 « une Classe de Problemes Phisico-mathématiques », s'attachant à l'étude du mouvement de corps soumis à des impulsions initiales « lorsque ces corps sont liés ensemble par des fils, & qu'ils s'alterent réciproquement leurs mouvements »⁶. Cette mécanique des systèmes à liaisons semble inaugurée par le problème du centre d'oscillation et connaît un essor dans les années 1730. Aussi retrouve-t-on chez de nombreux savants de l'époque des thèmes de recherche semblables relatifs, notamment, à l'étude de mouvements dans des référentiels mobiles (bille dans un tube en rotation sur un plan horizontal ou vertical, chute libre sur la surface d'un corps mobile)⁷.

La recherche de principes généraux

Clairaut traite de tels problèmes dans le mémoire de 1742 précédemment mentionné, tout en précisant qu'ils lui ont été « presque tous proposez par les sçavans M.^{rs} Bernoulli & Euler »⁸. Ainsi, il écrit à Euler le 25 juillet 1742 que D. Bernoulli lui propose « un problème assez curieux », à savoir l'examen du mouvement d'un corps sur un plan mobile⁹ ; dans une autre lettre adressée au même correspondant, il souligne l'accord de leurs solutions¹⁰. Ce thème de recherche semble cependant plus ancien, Euler le soumettant à Jean I Bernoulli dès le 11 juillet 1730 et celui-ci publiant ses résultats dans le tome 5 des mémoires de Saint-Petersbourg qui ne paraît qu'en 1738¹¹. D. Bernoulli évoque dans le volume de l'année 1745 des mémoires de l'Académie de Berlin les multiples échanges épistolaires l'impliquant avec Euler et Clairaut à propos de l'étude du mobile dans un tube en rotation. Ainsi, il rapporte qu'Euler lui envoie ce problème, qu'il répond en s'attachant à deux restrictions, à savoir un tube droit situé dans un plan horizontal, et qu'il soumet à son tour à Euler une étude avec un

² D'Alembert, *Traité de dynamique*, 1758, p. 72.

³ Le déroulement des séances académiques consigné dans les Registres confirme que D'Alembert commence la lecture de ce mémoire le Samedi 24 novembre (RMAS 1742, p. 424). Clairaut « prend datte » le Samedi 22 décembre pour la publication d'un mémoire « sur quelques principes qui facilitent la solution d'un grand nombre de Problemes de Dynamique » pour le volume de l'*Histoire de l'Académie* de 1742 (RMAS 1742, p. 461). La lecture de Clairaut ne commence que le Samedi 2 mars 1743 (RMAS 1743, p. 151) et, entre temps, D'Alembert poursuit celle de son mémoire les Samedis 9, 16, 23 et le Mercredi 27 février 1743 (RMAS 1743, p. 103, p. 111, p. 117 et p. 123-124). Enfin, le Samedi 6 mars 1743, D'Alembert « demande à l'Académie des commissaires pour l'examen de l'ouvrage qu'il veut faire imprimer » (RMAS 1743, p. 152) et le rapport d'approbation en vue de publication est lu le Samedi 22 juin 1743 (RMAS 1743, p. 280). Pour sa part, Clairaut termine l'exposé de son étude le Samedi 6 avril 1743 (RMAS 1743, p. 204).

⁴ D'Alembert, *Traité de dynamique*, 1743, p. xxij.

⁵ *Ibid.*, p. xv.

⁶ Clairaut, 1739, p. 3.

⁷ Pour un compte-rendu des différents problèmes abordés à cette époque, des acteurs impliqués et des méthodes mises en jeu, voir Maltese, 1992, p. 100-147.

⁸ Clairaut, 1745, p. 1.

⁹ Clairaut à Euler, 25 juillet 1742. Courcelle, Site (consulté le 21/10/2013).

¹⁰ Clairaut à Euler, 14 septembre 1742. Courcelle, Site (consulté le 21/10/2013).

¹¹ J. Bernoulli, 1738, p. 11-25. Sur cet échange épistolaire entre Euler et J. Bernoulli et le mémoire de ce dernier, voir Maltese, 1992, p. 104-106.

nombre quelconque de corps. Nouvelle question, poursuit-il, que de son côté Euler présente à Clairaut, et dont ces deux savants lui annoncent la résolution, sans toutefois communiquer ni leurs résultats ni leurs méthodes, ce qu'il fait pour sa part dans ce mémoire publié en 1746¹².

Sans prétendre ici à l'exhaustivité, ces quelques éléments attestent d'une effervescence non pas tant pour la recherche de solutions particulières que pour l'élaboration de principes généraux. Ainsi, dans son mémoire de 1742, Clairaut insiste sur l'énoncé de principes « ou entièrement nouveaux, ou du moins perfectionnez & étendus »¹³. Bernoulli écrit ne pas « envisager ces sortes de problèmes, que comme des recherches isolées, qui n'entraînent avec elles [...] que le plaisir de les avoir résolues », relevant qu'ils « fournissent de nouveaux principes » et « quelques nouvelles lois générales »¹⁴. Enfin, Euler, en 1746, évoque la nécessité de les résoudre en remontant aux « premiers principes de la mécanique », en l'occurrence au principe fondamental de la dynamique, qu'il oppose aux principes « dérivatifs » tels que ceux de la conservation des forces vives (qui correspond à celui de l'énergie cinétique) ou du moment d'inertie¹⁵.

Les premières recherches de dynamique de D'Alembert s'inscrivent dans un tel contexte. Comme il le précise dans la Préface de son *Traité*, elles visent à « reculer les limites de la Mécanique »¹⁶, D'Alembert annonçant sa volonté de « perfectionner & augmenter » cette science, soulignant que les savants « n'ont résolu jusqu'à présent qu'un très-petit nombre de Problèmes de ce genre, & seulement dans des cas particuliers »¹⁷. Par ailleurs, il propose une « méthode fort simple & fort directe » afin d'unifier et de « résoudre toutes les questions de Dynamique »¹⁸.

LE TRAITE DE DYNAMIQUE

Le « Principe général »

Ce projet s'appuie tout d'abord sur un examen des fondements de la mécanique dans le but d'en « applanir l'abord »¹⁹. L'attention de D'Alembert se porte alors sur la nature même du mouvement considéré comme « le premier & le principal objet de la Mécanique »²⁰ et plus précisément sur les concepts premiers qu'il mobilise (espace, temps, corps) sur lesquels les paragraphes suivants reviendront. Par ailleurs, le savant estime la plupart des principes mécaniques « log ou obscurs par eux-mêmes, ou énoncés & démontrés d'une manière obscure »²¹, constat l'incitant à les « déduire [...] des notions les plus claires »²². Il prétend en effet leur conférer toute « la clarté & la simplicité » possibles en les démontrant « à l'aide de la considération seule du Mouvement »²². Trois principes permettent alors de régir les comportements des corps en interaction ou non : celui de la force d'inertie qui consiste en la propriété qu'ils possèdent à conserver leur état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme ; celui de la composition des mouvements permettant la détermination de la trajectoire et de la vitesse d'un mobile soumis à une ou plusieurs causes motrices de directions différentes ; enfin celui de l'équilibre, survenant lorsque deux corps de même quantité de mouvements et de sens opposés se choquent. Les principes, tout comme les lois

¹² D. Bernoulli, 1746, p. 54-55.

¹³ Clairaut, 1745, p. 2.

¹⁴ D. Bernoulli, 1746, p. 55.

¹⁵ Euler, 1746bm, p. 2. Sur cette question, voir Maltese, 1992, p. 130-147.

¹⁶ D'Alembert, *Traité de dynamique*, 1743, p. iv.

¹⁷ *Ibid.*, p. xxij-xxiv.

¹⁸ *Ibid.*, p. xxiv.

¹⁹ *Ibid.*, p. iv.

²⁰ *Ibid.*, p. v.

²¹ *Ibid.*, p. iv.

²² *Ibid.*, p. xvj.

des comportements de corps en contact qu'ils permettent d'établir, reçoivent alors le statut de vérités nécessaires²³. Leur combinaison donne naissance au principe dit de D'Alembert.

Ce dernier se présente sous la forme d'un « Problème général » visant à déterminer le « Mouvement des Corps qui se choquent » ou celui « de ceux qui se tirent par des fils ou des verges inflexibles »²⁴ dont la solution consiste en une « Méthode générale »²⁵ ou « Principe général »²⁶ : « Décomposés les Mouvements a, b, c &c. imprimés à chaque Corps, chacun en deux autres a, α ; b, β ; c, χ ; &c. qui soient tels, que si l'on n'eût imprimé aux Corps que les Mouvements a, b, c &c. ils eussent pû conserver ces Mouvements sans se nuire réciproquement ; & que si on ne leur eût imprimé que les Mouvements α, β, χ , &c. le système fut demeuré en repos ; il est clair que a, b, c seront les Mouvements que ces Corps prendront en vertu de leur action »²⁷.

D'Alembert détermine ainsi les mouvements finaux a, b, c &c. résultant de contraintes (contacts, liaisons) en s'appuyant sur une décomposition des sollicitations initiales connues (a, b, c }, &c.) en ces (a, b, c &c.) et d'autres composantes équilibrées (α, β, χ , &c.) ; ces dernières permettent alors la résolution du problème car « le principe de l'équilibre est un des plus essentiels de la Mécanique, & on y peut réduire tout ce qui concerne le mouvement des corps qui agissent les uns sur les autres d'une manière quelconque »²⁸. Le principe apparaît énoncé différemment dans d'autres traités²⁹. Ainsi, dans ses *Recherches sur la précession des équinoxes* de 1749, D'Alembert remplace l'équilibre de α, β, χ &c. par celui des composantes (a, b, c &c.) opposées à ($-a, -b, -c$, &c.)³⁰. Joseph-Louis Lagrange s'appuie sur une telle reformulation afin d'établir, dans sa *Mécanique analytique*, sa « formule générale pour le mouvement d'un système de corps, animés par des forces quelconques »³¹. La combinaison de la formulation de 1749 avec des déplacements virtuels imposés au système se voit actuellement souvent dénommée principe de D'Alembert³².

« Notions naturelles » et définitions

La clarté revendiquée par D'Alembert dans sa démonstration des principes s'appuie sur des notions simples sur lesquelles tous les esprits s'accordent et qui fournissent le cadre conceptuel de la mécanique. Ainsi, D'Alembert écrit que « cette science ne suppose autre chose que les notions naturelles de l'espace & du tems, telles qu'elles sont dans tous les hommes ; notions très-simples & très-nettes par elles-mêmes, & que la Philosophie seule a le privilege d'obscurcir & d'embrouiller »³³. Espace et temps apparaissent alors comme « deux idées simples » indéfinissables et immédiatement données ; *a contrario*, le savant se doit d'explicitier le mouvement car il correspond à une « idée complexe » renfermant ces deux dernières³⁴. D'Alembert ne développe donc pas une réflexion sur la nature de ces notions primitives, discussion qu'il juge « étrangère & inutile » à la mécanique³⁵. Les fondements de

²³ Sur ces démonstrations de principes et leur statut modal, voir Firode, 2001, p. 85-116.

²⁴ D'Alembert, *Traité de dynamique*, 1743, p. 49.

²⁵ *Ibid.*, p. 50.

²⁶ *Ibid.*, p. 49.

²⁷ *Ibid.*, p.51.

²⁸ EQUILIBRE, *Enc.*, V, p. 873a.

²⁹ Sur ce point, cf. Craig G. Fraser, 1997, p. 223-225.

³⁰ Voir *O. C. D'Al.*, vol. I-7, p. 101-103.

³¹ Lagrange, 1788, p. 191-196.

³² C'est ainsi que Herbert Goldstein définit le principe dans son ouvrage référence *Classical mechanics*, New Dehli, Narosa Publishing House, 2000 (2nd éd.), p. 18.

³³ D'Alembert, *Eclaircissemens sur différens endroits des Elémens de Philosophie*, Mélanges 1767, t. 5, p. 271.

³⁴ ELEMENS DES SCIENCES, *Enc.*, V, p. 494a.

³⁵ D'Alembert, *Eclaircissemens sur différens endroits des Elémens de Philosophie*, Mélanges 1767, t. 5, p. 270-271.

cette science consistent alors en principes démontrés et non en axiomes, principes reposant sur ces notions premières et sur un certain nombre de définitions.

Parmi celles-ci, tout d'abord celle du corps conçu comme une étendue impénétrable. D'Alembert considérant que « l'impenétabilité est la propriété principale par laquelle nous distinguons les Corps des parties de l'espace indéfini, où nous imaginons qu'ils sont placés », cette notion apparaît comme une idée simple directement acquise par le toucher ; D'Alembert récuse ainsi la possibilité de connaître l'essence de la matière pour ne s'en tenir qu'à la donnée immédiate des sens. Il passe ensuite à l'idée de « lieu » qui correspond à cette « partie de l'espace avec laquelle l'étendue du Corps est coïncidente »³⁶. Le repos du corps consiste à demeurer dans même lieu, le mouvement à occuper successivement et sans interruption « des parties de l'espace immédiatement contigües les unes aux autres ». Par ailleurs, un mobile ne peut occuper simultanément plusieurs lieux, le mouvement s'effectuant alors « durant un certain *tems* ». D'Alembert précise enfin que « l'espace parcouru par un Corps qui se meut est divisible à l'infini ; le tems est donc aussi divisible à l'infini », puis il définit les mouvements uniforme et varié³⁷. Ces différents éléments introduisent le mouvement d'un corps par une mise en relation des « notions naturelles » de temps et d'espace ; ainsi conçu, il doit permettre la démonstration des principes mécaniques³⁸.

Position antimétaphysique

Pour réaliser ce projet de refonte des assises de la mécanique, D'Alembert écrit avoir « détourné la vûe de dessus les *causes motrices*, pour n'envisager que le Mouvement qu'elles produisent » ; en l'occurrence, il récuse l'usage de « forces inhérentes » au mobile qu'il considère comme des « êtres obscurs & Métaphysiques »³⁹. Aussi refuse-t-il de manière générale toute approche causale de cette science dénonçant ainsi « cet axiome vague & obscur, que l'effet est proportionnel à sa cause », lequel sert de fondement à la mesure de la force accélératrice⁴⁰ et de point de départ à la querelle des forces vives⁴¹. La force accélératrice n'exprime, pour D'Alembert, que le rapport d'un élément de vitesse à un autre de temps et s'apparente alors à une simple définition. Il s'éloigne ainsi de contemporains comme Euler érigeant le principe de la dynamique en vérité nécessaire ce qui revient à surdéterminer le concept de force, ou comme D. Bernoulli n'en faisant qu'une vérité contingente, ce qui à l'inverse aux yeux de D'Alembert « ruinerait la certitude de la Mécanique, & la réduiroit à n'être plus qu'une Science expérimentale »⁴². Par ailleurs, la mesure de la force d'un corps en mouvement conduit à la querelle dite des forces vives, vaine polémique une fois la force entendue comme la capacité à vaincre un obstacle ou à lui résister. Selon la résistance de ce dernier, la force peut s'estimer par la quantité de mouvement ou par le produit de la masse du corps par le carré de sa vitesse ; la force n'exprimant qu'un effet, D'Alembert ne voit pas d'« inconvénient » à la coexistence de ces deux mesures⁴³.

³⁶ D'Alembert, *Traité de dynamique*, 1743, p. 1.

³⁷ *Ibid.*, p. 2.

³⁸ FORCE, *Enc.*, VII, p. 114b : « Dans le mouvement d'un corps nous ne voyons clairement que deux choses ; l'espace parcouru, & le tems qu'il employe à le parcourir. C'est de cette seule idée qu'il faut déduire tous les principes de la Mécanique, & qu'on peut en effet les déduire ».

³⁹ D'Alembert, *Traité de dynamique*, 1743, p. xvj.

⁴⁰ *Ibid.*, p. xj : « Pourquoi donc aurions-nous recours à ce Principe dont tout le monde fait usage aujourd'hui, que la force accélératrice ou retardatrice est proportionnelle à l'Elément de la vitesse ; principe appuyé sur cet unique axiome vague & obscur, que l'effet est proportionnel aux causes ».

⁴¹ CAUSE, *Enc.*, II, p. 790b : « il y a beaucoup d'apparence que si on ne s'étoit jamais avisé de dire que les effets sont proportionnels à leurs *causes*, on n'eût jamais disputé sur les forces vives [...] Car tout le monde convient des effets. Que n'en restoit-on là ? Mais on a voulu subtiliser, & on a tout brouillé au lieu d'éclaircir tout ».

⁴² D'Alembert, *Traité de dynamique*, 1743, p. xij et p. 18-19.

⁴³ *Ibid.*, p. xx.

D'Alembert n'assoit donc sa mécanique sur le concept de force, à la différence de Newton ou Leibniz ; il réduit celle-ci à un simple nom résumant un effet mesurable. De manière générale, il dénonce l'inanité de questionnements métaphysiques sur la nature de concepts (force, espace, temps, matière, mouvement) qu'ils jugent soit immédiatement acquis, soit mathématiquement définissables, questionnements à bannir d'« une Science claire par elle-même »⁴⁴. Tout comme la force, la vitesse instantanée recevra dans la correspondance avec Cramer une interprétation strictement mathématique (voir 51.04). Les concepts de la mécanique obéissent alors à des critères méthodologiques et se voient introduits en vertu de leur portée opératoire. Ils se doivent d'être simples et clairs en vue d'une utilisation mathématique, sans renfermer de présupposés métaphysiques et sans s'attacher à la nature des choses qu'ils renseignent. Ainsi, si les forces accélératrices et le principe de conservation des forces vives figurent dans le *Traité*, c'est seulement une fois dépouillés d'un sens autre que scientifique ; ainsi l'espace et le temps apparaissent essentiellement déterminés par le mouvement, considéré comme « le premier & le principal objet de la Méchanique » et défini mathématiquement⁴⁵.

L'espace et le temps

D'Alembert distingue « au moins par l'esprit » deux sortes d'étendue : l'une prise pour impénétrable et permettant de définir et distinguer les corps entre eux, et l'autre qui, « sans examiner si elle est pénétrable ou non, soit la mesure de la distance d'un Corps à un autre, & dont les parties envisagées comme fixes & immobiles, puissent servir à juger du repos ou du Mouvement des Corps » ; il suppose ainsi « un espace indéfini comme le lieu des Corps, soit réel, soit supposé » à partir duquel se forme une idée « claire » du mouvement⁴⁶. Ce dernier se définit donc relativement à d'autres corps et, puisque D'Alembert fait du « mouvement uniforme » la mesure du temps « la plus simple » et celle « dont il est le plus naturel de penser à se servir »⁴⁷, la durée correspond aussi à « une simple relation » (sur cette dernière expression, voir 51.02).

D'Alembert n'identifie pas l'espace aux corps en même temps qu'il ne saurait être défini sans eux. Rapportant que « les Philosophes demandent si l'espace a une existence indépendante de la matiere, & le tems une existence indépendante des êtres existans ; y auroit-il un espace s'il n'y avoit point de corps, & une durée s'il n'y avoit rien ? »⁴⁸, le philosophe répond « oui & non »⁴⁹. Il insiste sur le fait que de telles questions ne se posent que parce qu'« on suppose à l'espace & au tems plus de réalité qu'ils n'en ont »⁵⁰. Il estime qu'il y a un « lieu » car un espace peut recevoir un corps, tout comme il n'y en a pas car ce lieu suppose le corps qui l'occupe ; de même, « s'il n'y avoit rien », le temps ne saurait exister car son idée « est relative à des êtres qui existent successivement », mais « il y en auroit un » aussi car « le tems ne seroit alors que la simple possibilité de succession dans des êtres qui n'existent pas »⁵¹.

L'espace s'identifie alors au « lieu général de tous les corps », et ses parties au « lieu particulier des différens corps qui y répondent »⁵². Qu'on enlève un corps situé entre deux

⁴⁴ *Ibid.*, p. xvj.

⁴⁵ *Ibid.*, p. v.

⁴⁶ *Ibid.*, p. vj.

⁴⁷ *Ibid.*, p. 10.

⁴⁸ D'Alembert, « *Eclaircissemens sur différens endroits des Elémens de Philosophie* », Mélanges 1767, t. 5, p. 268 ; voir aussi ESPACE, *Enc.*, V, p. 953b.

⁴⁹ D'Alembert, « *Eclaircissemens sur différens endroits des Elémens de Philosophie* », Mélanges 1767, t. 5, p. 270.

⁵⁰ *Ibid.*, p. 268.

⁵¹ *Ibid.*, p. 270.

⁵² LIEU, *Enc.*, IX, p. 496a.

autres et contigu à ceux-ci, il demeure un espace d'étendue égale à la matière ôtée et existant indépendamment de celle-ci ; en remplaçant le corps, cet espace se voit « anéanti » et renaît en déplaçant à nouveau le corps. Cette succession de créations et destructions apparaît absurde « si on suppose que l'espace soit un être réel » et D'Alembert le conçoit alors comme « une simple capacité propre à recevoir l'étendue impénétrable ». L'idée d'espace se voit ainsi ramenée à celle du sens commun : « les enfans qui disent que le vuide [là où il n'y a pas de corps] n'est rien ont raison, parce qu'ils s'en tiennent aux simples notions du sens commun » ; *a contrario*, « les Philosophes qui veulent réaliser le vuide se perdent dans leurs spéculations ». Ces réflexions valent aussi pour le temps identifié à une « simple possibilité de succession [...] qui n'est rien de réel qu'autant qu'il y a réellement des êtres existans »⁵³.

Tout en développant cette discussion, D'Alembert prend bien soin de la réaffirmer « absolument étrangère & inutile à la Mécanique », cette science s'appuyant sur « les notions naturelles de l'espace & du tems » communes aux hommes, notions « très-simples & très-nettes »⁵⁴. Aussi ne répond-il pas véritablement à la question de Cramer sur la finitude ou non de l'espace, D'Alembert se contentant d'une définition opératoire de la notion, écrivant même jouer la réponse à « croix ou pile », propos reflétant son peu d'appétence pour les réflexions sur la nature des concepts mécaniques (voir 51.02 et 51.04).

⁵³D'Alembert, « *Eclaircissemens sur différens endroits des Elémens de Philosophie* », Mélanges 1767, t. 5, p. 269-270.

⁵⁴*Ibid.*, p. 271. Pour un examen des concepts d'espace, de temps et de corps, voir Firode, 2001, p. 67-84.