



Recherches sur Diderot et sur l'Encyclopédie

40-41 | octobre 2006

Les branches du savoir dans l'Encyclopédie

L'utilité des « désignants » dans l'analyse de la présentation par D'Alembert des propriétés physiques : l'exemple de l'élasticité et de la dureté

Jérôme Viard



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/rde/356>

DOI : 10.4000/rde.356

ISSN : 1955-2416

Éditeur

Société Diderot

Édition imprimée

Date de publication : 1 octobre 2006

Pagination : 143-154

ISBN : 2-952089-6-4

ISSN : 0769-0886

Référence électronique

Jérôme Viard, « L'utilité des « désignants » dans l'analyse de la présentation par D'Alembert des propriétés physiques : l'exemple de l'élasticité et de la dureté », *Recherches sur Diderot et sur l'Encyclopédie* [En ligne], 40-41 | octobre 2006, mis en ligne le 01 octobre 2008, consulté le 30 juillet 2021. URL : <http://journals.openedition.org/rde/356> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rde.356>

Ce document a été généré automatiquement le 30 juillet 2021.

Propriété intellectuelle

L'utilité des « désignants » dans l'analyse de la présentation par D'Alembert des propriétés physiques : l'exemple de l'élasticité et de la dureté

Jérôme Viard

- 1 Si le terme de propriété physique n'a plus aujourd'hui la place qu'il occupait au 19^e siècle dans les manuels d'enseignement, il a toujours sa place dans la recherche qu'elle soit fondamentale ou appliquée. Les physiciens se préoccupent toujours de connaître la nature des choses qu'il s'agisse d'un matériau nouveau ou d'un phénomène inconnu jusque là et comme le rappelle le *Robert* : « la nature de : [c'est] l'ensemble des caractères des propriétés qui définissent, un être, une chose concrète ou abstraite ». Pour ne prendre qu'un exemple d'après deux historiens de la discipline (Matricon & Weysand, 1994), avant d'être en mesure d'élaborer une théorie interprétative de la supraconductivité, il a fallu pas moins de 23 ans pour faire un inventaire complet des propriétés physiques caractérisant l'état supraconducteur permettant d'identifier avec certitude le phénomène 'découvert' en 1911 mais dont la nature restait jusque là indéterminée. En tenant ce discours les physiciens d'aujourd'hui ne font que reprendre le raisonnement du physicien hollandais de Leyde, la ville où fut mis en évidence pour la première fois le phénomène en question, Pierre van Musschenbroeck, qui affirmait dans son *Essay de Physique* (1739) qu'un corps n'est connu que lorsque nous connaissons l'ensemble de ses propriétés. Le terme de propriété fait donc partie aujourd'hui du langage commun des praticiens de la physique traduisant la fidélité de la physique d'aujourd'hui à la tradition de la physique expérimentale incarnée par Musschenbroeck et il est intéressant de noter à ce propos que D'Alembert dans l'*Encyclopédie* a largement contribué à diffuser les idées de ce dernier par la place qu'il fait au concept de

propriété physique alors même que ce dernier est absent de la définition de la discipline que propose Chambers.

- 2 Mais D'Alembert ne se contente pas de diffuser les idées de Musschenbroeck, il complète son apport en insistant sur le fait que les propriétés physique par les relations que l'on peut établir entre elles sont également des éléments de la théorie. Par ailleurs, D'Alembert prend en charge la présentation dans l'*Encyclopédie* de plusieurs propriétés physiques fondamentales pour la science de l'époque comme le sont l'élasticité et la dureté en précisant à chaque fois le statut épistémologique de ces propriétés. Ces deux dernières remarques fourniront le plan de l'exposé qui suivra.
- 3 Dans une première partie, nous examinerons plus en détail à quel point le concept de propriété physique est fondamental pour D'Alembert. Nous analyserons ensuite la présentation que fait D'Alembert de l'élasticité et de la dureté en exploitant au maximum les informations fournies par les modes de désignation de ces propriétés puisque c'est l'objet même de la réflexion commune dans laquelle s'insère l'étude présentée ici. Enfin dans une dernière partie nous examinerons les relations qu'entretiennent les deux propriétés ci-dessus et une conséquence immédiate de ces relations sur les lois de la communication du mouvement.

Le concept de « propriété [physique] » est fondamental pour D'Alembert

- 4 Si le terme ne figure pas dans la définition de l'objet de la physique fournie par Chambers :

PHYSICS [...] is the doctrine of natural bodies, their phenomena, causes and effects,
- 5 les propriétés constituent au contraire le premier objet de cette science pour D'Alembert :

La physique est la science des *propriétés* des corps naturels, de leurs phénomènes & de leurs effets » (*Enc.*, article PHYSIQUE, t. XII, 1765, p. 539 a).
- 6 On peut voir dans cette différence l'influence directe de Musschenbroeck auquel D'Alembert se réfère explicitement, dès l'article CORPS, 11 ans plus tôt. Après avoir affirmé l'existence des corps en dehors de nous, D'Alembert donne en effet une définition de leurs propriétés empruntée au physicien hollandais :

Dès que ces *corps* se présentent à nos sens, dit M. Musschenbroeck, notre âme en reçoit ou s'en forme des idées, qui représentent ce qu'il y a en eux. Tout ce qui se rencontre dans un *corps*, ce qui est capable d'affecter d'une certaine manière quelqu'un de nos sens, de sorte que nous puissions nous en former une idée, nous le nommons *propriété de ce corps*. (*Enc.*, Article CORPS, t. IV, 1754, p. 262 b)
- 7 En se limitant à la lecture de l'article Physique de l'*Encyclopédie*, le programme scientifique du physicien, selon D'Alembert, semble entièrement calqué sur celui de Musschenbroeck. Dans la continuité des définitions fournies plus haut, la première tâche du physicien pour l'auteur de l'article consiste en effet à faire l'inventaire des propriétés des corps :

La première chose que nous devons faire, c'est d'examiner tous ces corps, & de mettre tout en oeuvre pour tâcher de connoître les propriétés de chacun d'eux en particulier ; (*Enc.*, Article PHYSIQUE, t. XII, p. 539 b).

- 8 Cette activité relève de la « *Physique expérimentale*, qui cherche à découvrir les raisons & la nature des choses par le moyen des expériences [...] et qui est proprement la seule digne de nos recherches » (Idem p. 539 a). La première tâche du physicien est donc une tâche de naturaliste et D'Alembert rappelle qu'une des occupations du physicien consiste à ranger tous les corps et que cette activité est sans fin :

Après avoir commencé à rassembler les corps, & les avoir rangés selon leurs genres & leurs espèces, on a trouvé que le nombre de chacun de ces genres était fort grand ; de sorte que la *Physique* est inépuisable¹. (Idem).

- 9 Les propriétés sont ainsi un outil de caractérisation² permettant ensuite une classification des données empiriques.
- 10 Mais dans un autre ouvrage, D'Alembert assigne aux propriétés un rôle totalement nouveau par rapport au programme de Musschenbroeck, relevant de la théorie. D'Alembert remarque d'abord que la physique ne peut se limiter à la seule collection de données empiriques. Une accumulation de faits expérimentaux n'apporte rien à la connaissance si l'on n'est incapable d'établir la « dépendance mutuelle » de ces faits pour prolonger ensuite l'investigation à partir de l'établissement de ces dépendances :

En vain l'expérience nous instruira-t-elle d'un grand nombre de faits : des vérités de cette espèce nous seront presque entièrement inutiles, si nous ne nous appliquons avec soin à en trouver la dépendance mutuelle, à saisir autant qu'il est possible, le tronc principal qui les unit, à découvrir même par leur moyen d'autres faits plus cachés, et qui semblaient se dérober à nos recherches. (Préface du *Traité de l'Equilibre et du Mouvement des Fluides*, 1744, p. iij),

- 11 Il en est de même pour les propriétés, loin de se limiter à fournir un outil de classification l'inventaire des propriétés des corps constitue aussi le support d'une élaboration théorique nouvelle lorsque les propriétés des corps sont envisagées non plus dans leurs relations à l'objet qu'elles caractérisent mais sous l'angle de leurs relations mutuelles lesquelles constituent elles-mêmes, un nouvel objet d'étude :

Les propriétés sensibles des corps qui nous environnent, ont entre elles des rapports plus ou moins marqués dont la connaissance est presque toujours le terme prescrit à nos lumières, et doit être par conséquent notre principal objet dans l'étude de la Physique. (Idem)

- 12 Mariotte, dans son *Essay de Logique* (1678), avait déjà insisté sur la nécessité de passer du rapport que les choses ont à nous au rapport qu'elles entretiennent entre elles :

La plupart des qualités naturelles ne nous paroissent que suivant le rapport que les substances ont à nous, et à nos sens ; mais les effets ne se font que suivant le rapport des choses entr'elles. (*Essay de logique*, p. 15),

- 13 mais il n'évoquait pas le rapport entre les propriétés elles-mêmes dont il donne cependant une définition :

Qualité propre ou propriété, est une qualité qui ne faisant point donner le nom, se trouve en une substance particuliere, et non dans les autres ; (Idem).

- 14 D'Alembert innove donc en faisant de la connaissance des relations entre les propriétés le principal objet de la physique. Cette innovation aura une longue postérité puisque cette caractérisation de la pratique théorique du physicien sera reprise par Maxwell, comme le montre sa définition de la thermodynamique :

Toute la science de la chaleur repose sur la mesure de la chaleur et sur la calorimétrie, et lorsque ces deux degrés de connaissance sont bien compris, on peut passer au troisième terme, qui a trait à la recherche des relations entre les

propriétés thermiques et mécaniques des corps, recherche qui fait l'objet de la *Thermodynamique*. (*Traité de la Chaleur*, 1872/1891, p. 1).

- 15 De même, comme le montre l'examen de manuels représentatifs qui ont fait l'objet de nombreuses rééditions, la définition de la physique proposée par D'Alembert dans l'Encyclopédie est encore d'actualité dans la deuxième moitié du 19^e siècle :

La physique est la science qui a pour objet l'étude des propriétés générales des corps et des modifications passagères qu'ils éprouvent sous l'influence des grands agents naturels. (Langlebert, 17^e édition, 1869, p. 2).

- 16 La similitude avec la définition de l'encyclopédie est encore plus frappante si l'on note que les « modifications passagères » que les corps éprouvent correspond à la définition de l'époque des « phénomènes ». Par la suite de nombreux auteurs de manuels d'enseignement ne jugent plus utile de donner une définition de leur discipline, cependant ce besoin d'une définition est encore présent dans la première moitié du 20^e siècle, mais à aux niveaux inférieurs de l'enseignement secondaire. Par exemple dans un manuel de 1930 consacré à la « Physique et la chimie du brevet » on trouve l'énoncé suivant :

1. Définition. – La physique est une science qui a pour objet : 1^o l'étude des propriétés générales des corps inorganiques ; 2^o l'étude des phénomènes qui ne sont que des modifications non essentielles et non permanentes de la nature des corps inertes. (Brémant 1930, p. 9).

- 17 Si donc les propriétés et leurs relations occupent une place si importante dans l'activité du physicien il peut être intéressant de nous arrêter un instant sur la présentation que fait D'Alembert de certaines propriétés physiques dans l'Encyclopédie, nous choisirons le cas de l'élasticité et de la dureté. Ce choix peut se justifier par le fait que le statut de ces deux propriétés n'est pas identique et surtout n'est pas simple pour la seconde et par suite l'attention portée à leur mode de désignation lors de leurs diverses occurrences dans les articles de l'Encyclopédie ou dans d'autres ouvrages de D'Alembert pourra se révéler utile pour démêler les différentes acceptions de ces termes comme nous nous efforcerons de le montrer.

Analyse de la présentation que fait D'Alembert de l'élasticité et de la dureté

- 18 Pour l'élasticité, les choses apparaissent simples, l'élasticité est désignée explicitement comme une propriété, elle relève d'un champ théorique bien identifié :

ÉLASTICITÉ s. f. ou FORCE ÉLASTIQUE, en *Mécanique*, propriété ou puissance des corps naturels, au moyen de laquelle ils se rétablissent dans la figure & l'étendue que quelque cause extérieure leur avoit fait perdre. (*Enc.*, t. VI, 1756, p. 612 a)

- 19 Le statut de la dureté est moins clair, alors que l'élasticité est classée sans ambiguïté en *Mécanique*, le classement et le mode de désignation de la dureté varient suivant le lieu de son occurrence :

- 20 – à l'article Corps, classé lui-même en *Métaphysique & Physique*, la dureté est désignée comme une propriété, au même titre que l'impenétrabilité :

On peut faire la même objection [*que celle faite par Leibniz à l'atomisme*] sur la cause de la dureté : qui tient de près à celle de l'impenétrabilité. Ces deux propriétés, ainsi que le mouvement & la divisibilité de la matière, sont sujettes à des difficultés très-fortes. (*Enc.*, Article CORPS, t. IV, 1754, p. 262 b),

- 21 et l'impénétrabilité relève d'une théorie explicite : celle de la 'Communication du mouvement',
- 22 – à l'article qui lui est consacré la dureté est désignée d'abord comme une qualité particulière à certains corps et classée en *Philosophie* :
- DURETÉ, s. f. en *Philosophie*, designe une qualité qui se trouve dans certains corps, & qui fait que leurs parties se tiennent ensemble, desorte qu'elles résistent à leur séparation. Voyez COHÉSION. Dans ce sens le mot de *dureté* répond à ce que nous appellons *solidité*, par opposition à *fluidité*. V. SOLIDITÉ & FLUIDITÉ. (*Enc.*, t. V, 1755, p. 171 a),
- 23 à ce titre, elle ne relève pas d'une théorie mais de l'expérience commune d'identification des objets :
- Les *qualités* servent à distinguer les choses [...]. Les choses semblables ont les mêmes *qualités* & celles qui ont les mêmes *qualités* sont semblables. [...] toutes les *qualités* [...] peuvent servir peuvent servir de réponse à la question, quel est le sujet. (*Enc.*, article QUALITÉ, t. XIII, 1765, p. 651 a)
- 24 par suite la dureté est empreinte de subjectivité :
- En effet le *dur* et le *mou* sont des noms que nous devons aux choses seulement par rapport à la constitution particulière de notre corps. Ainsi nous donnons généralement le nom de *dur* à tout ce que nous pouvons sans peine changer de figure en le pressant avec quelque partie de notre corps ; (*Enc.*, Article SOLIDITÉ³, t. xv, 1765, p. 322 a – b),
- 25 mais, dans le même article, surgit une autre dureté plus fondamentale, celle des constituants des corps :
- On a beau dire que la *dureté* vient de l'union intime des parties, il reste à savoir si ces parties sont dures & la question demeure toujours la même à moins qu'on admette dans ces particules une *dureté* essentielle, pour ainsi dire indépendante d'aucune cause extérieure. (*Enc.*, article DURETÉ, t. V, 1755, p. 172 a).
- 26 La dureté est donc désignée ici comme une propriété essentielle des constituants des corps au même titre que leur impénétrabilité mentionnée plus haut à l'article CORPS.
- 27 Il ressort clairement de cette lecture qu'un même terme recouvre deux concepts de dureté :
- le premier renvoie à une caractéristique locale et graduelle de la matière, la faculté de résister plus ou moins à une action 'déformatrice' donnée,
 - le second renvoie à une propriété globale et absolue d'un corps qui se traduit par la conservation intégrale de la forme géométrique :
[les corps mous] changent de figure par le choc, & ne la reprennent plus, de façon que leur mouvement change aussi par degrés. Les corps durs au contraire ne changent point de figure, (*Enc.*, Article PERCUSSION, t. XII, 1765, p. 332 a).
- 28 On peut noter que l'article Percussion est lui-même classé en *Physique* et qu'il est permis de penser que par extension, la dureté dont il est question ici relève également de cette discipline.
- 29 La première dureté est une qualité contingente, la seconde dureté est une propriété rendue nécessaire par certains choix théoriques. Elle est posée a priori :
- je ne suppose ici des corps parfaitement durs, que comme on suppose d'ordinaire dans la Mécanique des leviers inflexibles, des machines sans frottements etc. » (*Traité de Dynamique*, 2^e édit., n° 168, p. 218).

- 30 Le caractère absolu de la seconde dureté est attesté par l'adverbe 'parfaitement' placé devant le qualificatif dur. L'attribution entière et exclusive d'une propriété physique plutôt qu'une autre, à un corps donné, souligne son caractère théorique, car

[si l'on] peut distinguer au moins dans la spéculation trois sortes de corps, des corps parfaitement durs, des corps parfaitement mols, & des corps parfaitement élastiques [...] les corps même les plus durs [, dans la réalité], ont une certaine élasticité. (*Enc.*, article PERCUSSION, t. XII, 1765, p. 331 b),

- 31 Ce statut théorique des propriétés sera mentionné à la suite de D'Alembert par un de ses disciples, Lazare Carnot, dans la préface des *Principes de l'équilibre et du mouvement* (1803). Ce dernier après avoir énoncé une liste de propriétés essentielles comme : « la solidité, la fluidité, la roideur, la flexibilité, la dureté, l'élasticité et la mollesse. » (p. 8), conclut en effet son exposé par la remarque suivante :

Au reste la nature n'offre aucun corps parfaitement dur, parfaitement élastique ou parfaitement mou. On les suppose tels par abstraction et comme limites des objets réels qui frappent nos sens » (1803, p. 9-10).

- 32 On notera à la suite de cette remarque de Carnot que de même qu'il existe une dureté relative, il existe aussi une élasticité relative qui traduit la faculté de certains corps de reprendre plus ou moins leur forme lorsque la pression ou la tension à laquelle ils ont été soumis et qui a entraîné chez eux une déformation cesse, ainsi on peut lire à l'article ÉLASTICITÉ :

Cette propriété se trouve à un degré plus ou moins grand dans presque tous les corps (*Enc.*, t. VI, 1756, p. 612 a),

- 33 par conséquent, ce n'est pas ce point qui permet de distinguer le statut de la dureté de celui de l'élasticité dans la présentation qui est faite de ces deux propriétés dans l'Encyclopédie. Le trait le plus significatif de leur différence de statut réside dans le fait que l'élasticité est présentée d'emblée comme un élément d'une science : la *Mécanique* alors que la dureté est présentée d'abord comme une qualité sensible, même si l'élasticité peut être utilisée également comme un outil de discrimination entre les objets de la perception et si la dureté peut être mobilisée dans des raisonnements qui relèvent eux aussi de sciences comme la mécanique ou la physique. Ce traitement différent de l'élasticité et de la dureté traduit le fait que si l'appartenance de l'élasticité au domaine de la mécanique et de la physique ne fait pas débat, celle de la dureté est elle l'objet de controverse. L'existence même de la dureté absolue en tant que concept physique fait débat, la possibilité de concevoir des corps idéaux parfaitement durs sera niée par certains contemporains de D'Alembert, comme par exemple Jean Bernoulli, à la suite de Leibniz, et par suite la notion de dureté absolue vidée de son sens, alors que personne ne songera à contester l'existence de corps parfaitement élastiques du moins dans la spéculation.

- 34 Au terme de cette analyse de la présentation des concepts d'élasticité et de dureté, il apparaît que la seule étude lexicale est tout à fait insuffisante pour appréhender la richesse du domaine que recouvrent ces mots dans l'esprit de D'Alembert. En particulier, pour démêler les différentes acceptions de la dureté, la seule solution consiste à identifier les différents champs sémantiques auxquels le mot renvoie et en général, à l'exception de l'article DURETÉ lui-même, la désignation de la science dont relèvent les articles – CORPS, COMMUNICATION DU MOUVEMENT, PERCUSSION, ou l'ouvrage – *Le Traité de Dynamique* – dans lesquels le mot de dureté apparaît sont particulièrement utiles pour reconnaître la dureté dont il est question : soit une propriété physique

élément d'une théorie appartenant au domaine de la mécanique ou de la physique, soit une qualité sensible permettant de distinguer un corps d'un autre selon son degré de résistance à la pression du toucher. Dans le cas de l'article lui-même le classement en *Philosophie* de l'article dureté n'est pas d'un grand secours car ce classement évoque plutôt l'importance des débats, des difficultés, soulevées par la dureté plutôt que la « Science dont cet article fait partie ». Par contre la désignation de la dureté comme *qualité* en début d'article et son association à la solidité permet d'identifier sans ambiguïté sa fonction de discrimination des perceptions relevant du sens du toucher, très éloignée des préoccupations du physicien théoricien.

- 35 Cette dernière remarque nous conduit à examiner maintenant les relations qu'entretiennent les deux propriétés évoquées ci-dessus de dureté et d'élasticité ou plus précisément les relations de l'élasticité avec les deux duretés rencontrées dans notre lecture de l'*Encyclopédie* ainsi qu'une conséquence de ces relations sur les lois du mouvement.

Les relations entre l'élasticité et les deux acceptions de la dureté et une conséquence immédiate de ces relations sur les lois de la communication du mouvement

- 36 On devine que les relations avec l'élasticité seront différentes selon l'on considère la dureté relative ou la dureté absolue. La dureté *relative* fait bon ménage avec l'élasticité :
- Il y [...] a [des corps] dont l'*élasticité* est presque parfaite, c'est-à-dire qui paraissent reprendre exactement la même figure qu'ils avaient avant la compression ; tels sont l'ivoire, l'acier trempé, le verre & c. ». (*Enc.*, article ÉLASTICITÉ, t. V, 1755, p. 612 b),
- 37 or ces corps élastiques sont réputés durs, au sens où ils opposent une forte résistance à la déformation, la dureté qui leur est attribuée s'oppose dans ce cas à la mollesse qui caractérise au contraire l'absence de résistance à la déformation, il font partie des « corps les plus durs qui ont une certaine élasticité » dont parle D'Alembert à l'article PERCUSSION cité plus haut. Cette dureté est même une condition de leur élasticité dans la mesure où les corps facilement déformables sont en général plastiques il ne conserve pas la forme qu'ils ont une fois acquise s'ils sont soumis à une contrainte extérieure même temporaire. En résumé un corps qui se déforme difficilement et peu aura davantage tendance à retrouver sa forme initiale après une déformation. Cette association entre le qualificatif dur et l'élasticité est soulignée explicitement par D'Alembert à l'article ÉLASTIQUE :
- les corps durs longs et flexibles propres à acquérir de l'*élasticité*, l'acquièrent principalement de trois manières, par leur extension, leur contraction ou leur tension » (*Enc.*, t. V, 1755, p. 616 b).
- 38 L'élasticité dont il est question ici désigne non la propriété mais la force élastique, cependant la seconde ne peut exister sans la première.
- 39 À la différence de la dureté relative, la dureté *absolue* entretient avec l'élasticité une relation d'exclusion. La dureté absolue s'oppose en effet à la déformabilité or la déformabilité est la condition d'existence de l'élasticité, un corps totalement indéformable ne peut acquérir de l'élasticité, de la force élastique. La conservation absolue de la forme a un caractère statique en opposition avec le caractère dynamique

de l'élasticité. Les fluides définis à l'époque comme totalement incompressibles sont un exemple de corps parfaitement rigides et donc inélastiques :

Un corps parfaitement fluide [donc incompressible] s'il y en a de tels ne sauroit être élastique, parce ses parties ne sauroient être comprimées. (Idem)

- 40 Les relations entre l'élasticité et la dureté ont des conséquences immédiates sur les relations entre la dureté de corps en mouvement et leur faculté de conserver ce mouvement s'ils viennent à se choquer. Les contemporains de D'Alembert admettent en effet avec lui que la condition nécessaire pour que le mouvement relatif de deux corps en mouvement qui se choquent soit conservé lors de leur rencontre, est que ces corps ou au minimum l'un des deux soient élastiques. C'est en effet la force élastique résultant de la déformation des corps ou au minimum d'un corps lors du choc qui rend compte de la conservation du mouvement relatif de ces corps après le choc, de leur rebond après le choc. Des corps parfaitement durs et donc incapables d'acquiescer, lors du choc, la force élastique qui leur permettrait de rebondir ensuite l'un sur l'autre resteront donc immobiles l'un par rapport à l'autre après le choc, contrairement à ce qu'affirme Descartes :

Plusieurs philosophes, & entr'autres Descartes, ont soutenu le contraire de cette loi, & ont prétendu que deux corps égaux et durs venant se choquer avec des vitesses égales & et contraires, (ne)⁴ devoient rester en repos. Leur principale raison est, qu'il ne doit point y avoir de mouvement perdu dans la nature. (*Enc.*, Article PERCUSSION, t. XII, 1765, p. 332 b)

- 41 Admettre qu'il existe des corps parfaitement durs implique donc d'admettre l'existence d'une perte de mouvement relatif de ces corps lors d'un choc et donc l'existence d'une perte de la force vive de ces corps lors de ce choc. Comme par ailleurs ces corps durs sont totalement rigides, la diminution de la force vive associée à leur mouvement relatif ne peut être compensée par la mise en mouvement de leurs parties comme c'est le cas pour les corps mous. La perte de force vive intervenant lors de ce choc n'est donc pas une perte apparente comme c'est le cas pour les corps mous – il y a dans ce cas une transmission conservatrice de la force vive du tout à ses parties – mais une perte effective. Le concept de corps parfaitement dur est donc contradictoire au sein d'une théorie du mouvement comme celle de Leibniz qui pose a priori la conservation de la force vive dans l'univers et à ce titre il sera rejeté par ce dernier :

la nature ne souffre point de corps durs non-elastiques (*Essay de Dynamique* 1692/1962, p. 229).

- 42 Son disciple Jean Bernoulli dans le « Discours sur les loix de la communication du mouvement » arrive à la même conclusion après avoir exposé ses arguments :
- ces raisons sont telles, qu'il ne me paroît pas possible que la dureté, prise dans le sens que nous venons de refuter, puisse quadrer avec les lois fondamentales de la nature (1742, p. 8).
- 43 D'Alembert qui pas plus que Newton n'adhère à la loi de conservation générale de la force vive reprochera à Bernoulli d'exclure les corps durs de l'univers.
- 44 En conclusion, il apparaît clairement que les propriétés physiques, et l'élasticité et la dureté, en particulier ainsi que leurs relations réciproques, sont au 18^e siècle l'objet de débats théoriques fondamentaux sur les lois de la communication et de la conservation du mouvement qui dépassent largement le cadre de la seule recherche des qualités sensibles des corps que nous rencontrons dans la nature. On comprend par suite l'importance qu'attache D'Alembert à ces propriétés dans l'*Encyclopédie* et l'intérêt qu'il porte à l'étude des relations existant en général entre les propriétés physiques, un

intérêt qui ne sera pas démenti par la suite au sein de la discipline jusqu'à nos jours. Enfin au niveau méthodologique la prise en compte des modes de désignation des propriétés ou celle de leur appartenance disciplinaire explicite ou non s'est révélée très utile pour lever de nombreuses ambiguïtés résistant à une analyse purement lexicale.

BIBLIOGRAPHIE

Bernoulli Jean, (1742). Discours sur les loix de la communication du mouvement qui a mérité les Eloges de l'Académie Royale des Sciences aux années 1724 & 1726 & qui a concouru à l'occasion des Prix distribués dans les dites années. *Joan Bernouilli Opera omnia*. Tom. III. Lausanne et Genève.

Carnot Lazare Nicolas Marie (1803). *Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement*. Bachelier, Paris.

D'Alembert Jean, (1758). *Traité de Dynamique*, 2^e édition, Chez David l'aîné, Paris.

Langlebert Jean, (1869). *Manuel de Physique. Rédigé d'après les nouveaux programmes officiels d'enseignement des lycées impériaux prescrits pour les examens du baccalauréat*. Dix-septième édition.

Jules Delalain & Fils, Paris. Leibniz Godfried Wilhelm, (1692). *Essay de Dynamique. Mathematische Schritten* Editions von C.I. Gerhardt. T. VI., Halle 1855-1863 (réimpr. Olms, Hildesheim, 1962).

Matricon Jean & Waysand Georges, (1994). *La guerre du froid*. Seuil, Paris.

Maxwell James Clerk, (1872). *A Theory of Heat*, London, Longmans Green and Co., *La chaleur. Leçons élémentaires sur la thermométrie, la calorimétrie, la thermodynamique et la dissipation de l'énergie*, trad. fr. par G. Mouret, Eugène Lacroix, Paris, 1891.

Musschenbroeck Peter van, (1739). *Essai de Physique*, Tome I, Leyden.

NOTES

1. La deuxième tâche du physicien, toujours selon Musschenbroeck, consiste ensuite à rechercher les lois de la nature mais elle est sans rapport apparent avec la recherche des propriétés dont il est question ci-dessus.
2. La 'caractérisation physique' fait toujours partie de l'activité du physicien.
3. Cet article est dû à Formey.
4. La négation a sauté dans le texte de l'*Encyclopédie* mais le sens de la phrase ne fait aucun doute dans le contexte. D'Alembert reproche à Descartes de prétendre que deux corps durs, égaux, etc, ne doivent pas rester en repos, comme lui l'affirme, mais au contraire rebondir avec la vitesse avec laquelle ils étaient arrivés, sous prétexte que le mouvement doit se conserver.

RÉSUMÉS

Le concept de propriété occupe une place prépondérante dans la définition de la physique que nous propose D'Alembert à l'article du même nom de *l'Encyclopédie*, alors que Chambers n'y fait pas référence. Cette innovation est due à l'influence de Pierre van Musschenbroek, auteur d'un *Essay de Physique* qui fait alors autorité. Pour une part, les propriétés relèvent de la physique expérimentale, elles sont un outil de caractérisation, d'identification des corps et de classification, de ce point de vue, celui adopté par Musschenbroek, et repris en partie par D'Alembert la physique ne diffère pas des autres sciences de la nature comme la zoologie ou la botanique dans lesquelles la classification occupe une place déterminante. Mais, pour une autre part, les propriétés relèvent de la théorie qui, selon D'Alembert, innovant cette fois par rapport au programme de Musschenbroek, a pour objet l'étude des relations entre les propriétés et non plus les propriétés elles mêmes. Cette « ambivalence » des propriétés physiques a pour conséquence que la dénomination d'une propriété physique ne permet pas à elle seule de reconnaître l'objet correspondant. Il en résulte que les catégories dans lesquelles sont rangées les propriétés physiques, ainsi que les termes employés pour les désigner fournissent une aide précieuse pour l'analyse de la présentation que nous en fait D'Alembert dans *l'Encyclopédie*. L'exemple de l'élasticité et de la dureté en fournit une illustration.

The use of subject indicators for analysing D'Alembert's presentation of physical properties. The examples of elasticity and hardness

The concept of property plays an important role in D'Alembert's definition of physics in the *Encyclopédie* article of the same name, while Chambers did not refer to it. This change is due to the influence of Petrus van Musschenbroek, author of authoritative works on physics. On one hand properties, part of experimental physics, are a tool for characterising, identifying bodies and classifying; from this point of view, adopted by Musschenbroek and partially followed by D'Alembert, physics is no different from other natural sciences like zoology or botany, in which classification is fundamental. On the other hand however, properties are part of theory whose aim according to D'Alembert (diverging from Musschenbroek's programme) is the study of the relations between properties, not the properties themselves. The result of this 'ambivalence' of physical properties is that their denomination alone does not enable one to recognise the corresponding object. Consequently the categories in which physical properties are placed and the terms used to designate them are a great help in analysing D'Alembert's presentation of them in the *Encyclopédie*. This is illustrated by the examples of elasticity and hardness.

AUTEUR

JÉRÔME VIARD

Université Cl. Bernard Lyon 1