

Étude historique de la notion d'énergie

REPLACÉE DANS LE CONTEXTE DE CHAQUE ÉPOQUE

« C'est dans l'énergie que s'incarne le réel » écrit OSTWALD en 1910. L'énergie nous indique à la fois « ce qui agit et le contenu de l'événement ». En ce début de XX^{me} siècle, cette notion est devenue pour le travailleur scientifique un instrument extrêmement fécond pour l'explication des phénomènes et une aide efficace au développement des sciences de la matière et de la vie. Les travaux des savants des siècles précédents, du XIX^{me} siècle notamment, ont donné à cette notion un contenu de plus en plus précis ; le chimiste allemand qui s'était retiré dès 1906 dans sa maison de campagne qu'il avait appelée « ÉNERGIE » avait donc quelques raisons de dire « qu'à la lumière de ce concept — l'ÉNERGIE — ce monde au lieu d'apparaître comme une collection de choses juxtaposées, nous apparaît comme un tout dont les parties sont unies organiquement entre elles et se prêtent un mutuel appui ». Curieusement, au moment où ce concept semble parvenir à une sorte de perfection, au moment où sa définition et son contenu semblent permettre une utilisation d'une efficacité peu commune, son domaine d'application se restreint... l'outil qu'il constitue, pour ainsi dire, devient moins opérant face à une réalité qui se présente comme de plus en plus complexe et dont l'approche exige la recherche et la définition de nouvelles notions et de nouveaux concepts.

S'il est aisé de déterminer l'apparition du mot lui-même dans la littérature scientifique, il est moins facile de situer l'origine de la démarche qui a permis l'émergence de cette notion... Ne peut-on reconnaître déjà quelque surprenante intuition du premier et du second principe de la Thermodynamique (science de l'Énergie) dans les écrits des Premiers Ioniens et des Philosophes Grecs. « Rien n'est créé à partir de rien », affirmaient-ils. DÉMOCRITE, il y a plus de vingt-cinq siècles, déclarait que :

« Toutes les choses qui ont été, qui sont et qui seront, ont été nécessairement préordonnées ». Principes de *conservation*, de *transformations d'invariance* et de *mouvement* qui présideront aux destinées de la Mécanique des temps modernes.

On peut s'interroger sur la lointaine paternité que l'Énergie peut réclamer à la Métaphysique d'ARISTOTE où le Stagyrite définit la Physique comme « matière et principe de mouvement ». Il n'est, sur ce point, pas indifférent de remarquer que DUHEM (1861-1916), énergiste convaincu, se réclame de l'héritage aristotéticien.

FAC-SIMILE du TEXTE de VARIGNON publié en 1725 dans la Nouvelle Mécanique ou STATIQUE.

274

NOUVELLE



SECTION IX.

Corollaire general de la Théorie précédente.

DANS une Lettre écrite de Bâle le 26. Janvier 1717. M. (Jean) Bernoulli, après y avoir défini ce qu'il entendoit par le mot d'*Energie*, de la maniere qu'on le voit dans la définition suivante, m'annonça qu'*en tous équilibre de forces quelconques, en quelque maniere qu'elles soient appliquées les unes sur les autres, ou médiatement ou immédiatement; la somme des Energies affirmatives sera égale à la somme des Energies negatives, prises affirmativement.*

Cette proposition me parut si generale & si belle, que, voyant que je la pouvois aisément déduire de la Théorie précédente, je lui demandai la permission qu'il m'accorda, de l'ajouter ici avec la démonstration que cette Théorie m'en fournissoit, & qu'il ne m'envoyoit pas. La voici séparée pour toutes les Machines précédentes; la Théorie, qui en étoit achevée lorsque ce sçavant Mathématicien m'annonça cette proposition, ne m'ayant pas permis de la démontrer sur chacune de ces Machines en sa place, sans changer un très-grand nombre de citations répandues dans cette Théorie, & toutes celles des Figures qui auroient suivi la premiere des nouvelles qu'il y auroit fallu ajouter dès la Section 2. ce qui m'auroit fort embarrassé, & exposé à de fausses citations, n'étant pas possible de n'omettre aucun de ces changemens. Pour l'intelligence de cette proposition de M. Bernoulli, & de la démonstration que la Théorie précédente en va fournir. Voici comment il s'expliquoit sur ce qu'il entendoit par le mot d'*Energie*, dans la Lettre où il m'annonçoit cette belle proposition.

LA LETTRE DE BERNOULLI (1667-1748) A VARIGNON (1654-1722).

C'est dans une lettre écrite par Jean-I. BERNOULLI en 1717 à laquelle fait référence le mathématicien français VARIGNON, dans un ouvrage publié en 1725 sous le titre : Nouvelle Mécanique de Statique, qu'apparaît pour la première fois le mot ÉNERGIE dans la production scientifique.

« En tout équilibre de forces quelconques, en quelque matière qu'elles soient appliquées et suivant quelque direction qu'elles agissent les unes sur les autres, ou médiatement ou immédiatement, la somme des *énergies affirmatives* sera égale à la somme des *énergies négatives* prises affirmativement ».

La suite du texte de BERNOULLI montre que la signification de l'ÉNERGIE chez l'auteur correspond bien, non pas à un travail réellement effectué, mais plutôt à un travail *susceptible* de l'être par une ou plusieurs forces différentes qui « agissent suivant différentes tendances ou directions pour tenir en équilibre un point, une ligne, une surface ou un corps ». La notion d'Énergie chez BERNOULLI qui parut « Si générale et si belle » à VARIGNON est définie comme le produit d'une force par une grandeur que l'auteur définit comme une vitesse *virtuelle* ; la lecture attentive de l'ouvrage nous révèle cependant que cette *vitesse virtuelle* peut être aisément assimilée à un *déplacement virtuel*. Il s'agit donc bien d'une grandeur dont la dimension est celle de l'Énergie ($ML^2 T^{-2}$) telle que nous la mesurons de nos jours. La Proposition Générale dans laquelle BERNOULLI utilise le terme énergie prépare la voie aux développements futurs qui consacreront le Principe de Conservation de cette nouvelle grandeur. Le vocable d'ÉNERGIE allait connaître un destin peu commun dans les siècles qui suivirent.

On devine dans la démarche de BERNOULLI comme dans celle de VARIGNON une volonté de généralisation de la notion de travail à un moment où la Mécanique connaît un développement considérable et des réussites de premier ordre. La méthode de DESCARTES (1591-1650), fondée sur la mesure et l'application des connaissances du calcul aux déductions de l'observation et de l'expérience pour une meilleure compréhension des phénomènes physiques, s'avère particulièrement féconde. Elle permet à la Mécanique, qui s'achemine vers un statut de véritable science — pour atteindre ce que DUHEM définira plus tard comme un « degré suffisant de perfection » —, des progrès illustrés par l'apparition de nouvelles notions, de nouveaux concepts. L'énergie, considérée déjà comme « potentiel de mouvement » d'un système ou équilibre, se dégage à un certain stade de la connaissance des lois de la statique.

ENERGIE ET/OU FORCE VIVE.

Il semble paradoxal que ce terme d'énergie apparaisse pour la première fois dans un traité de Statique, alors que les conditions d'émergence d'un tel concept en Dynamique étaient objectivement réalisées ; on peut en effet s'interroger sur les raisons qui ont conduit LEIBNIZ (1646-1716) à donner le nom de « force vive » au produit mv^2 . Le savant et philosophe allemand, avait le premier, en corrigeant l'erreur de DESCARTES (1596-1650) [qui, lui, utilisait la quantité de mouvement mv], associé mv^2 au travail des forces appliquées à un système. Le terme de « force vive » signifiait mieux sans doute la réalité du mouvement, objet de l'étude de LEIBNIZ. L'expression connaîtra un succès certain tout au long du XVIII^{me} siècle, éclipsant même totalement le mot énergie que l'on ne retrouve que bien plus tard dans un texte scientifique.

LES DEBUTS DE LA THERMODYNAMIQUE, DE T. YOUNG A RANKINE. L'APPORT DE S. CARNOT.

Il faudra en effet attendre près d'un siècle avant que le mot réapparaisse dans une publication de Thomas YOUNG (1773-1829) de 1807. Peter G. TAIT (1831-1901) dans son ouvrage intitulé « Esquisse historique de la théorie dynamique de la chaleur » affirme d'ailleurs que c'est la première utilisation du terme énergie dans la littérature scientifique, ce qui, nous l'avons vu n'est pas tout à fait exact. Néanmoins, il ne fait pas de doute que chez YOUNG, le terme énergie recouvre une notion qui dépasse le champ propre de la mécanique pour s'appliquer à des domaines jusque-là distincts : la science de la chaleur, l'optique et la chimie qui accèdent lentement à une reconnaissance de sciences véritables. Coïncidence significative, les travaux de RUMFORD (1753-1814) sur le forage des canons datent de 1798, les expériences de DAVY (1778-1829) sur les disques de glaces frottés mettant en évidence la chaleur latente obtenue par le mouvement, datent eux de 1799. L'intérêt porté à la découverte des processus de transformation des différentes formes de... l'énergie — encore que les choses ne se présentent pas de manière aussi simple à l'époque —, la volonté d'entamer les dernières barrières qui séparent des sciences qui, jusque-là, s'étaient développées de manière autonome en tant que sciences, favorisent l'émergence de notions plus générales... c'est le cas notamment de la science du mouvement et de celle de la chaleur. Ainsi le concept d'énergie se présente sous deux aspects différents et complémentaires. C'est d'abord une abstraction nécessaire au développement de la Mécanique, c'est aussi une notion tendant à l'unification des sciences de la Mécanique d'une part, de la Chaleur d'autre part, qui va s'enrichir au cours du XIX^{me} siècle avec le développement de la Thermodynamique. C'est la Thermodynamique qui va donner en effet à la notion d'Énergie ses « lettres de noblesse » au

point même qu'à son apogée, cette science se nommera Energétique ou Thermodynamique Générale.

On ne peut dissocier l'histoire de l'Energie de celle de la Science de la Thermodynamique. Elles sont constamment liées... Bien que Sadi CARNOT (1796-1832) que l'on considère aujourd'hui comme le véritable fondateur de la Thermodynamique use fort rarement du mot lui préférant celui de puissance — comme les auteurs anglais celui de *power* (1) —, le titre de son ouvrage fondamental « Réflexions sur la puissance motrice du feu » reste significative de la démarche du savant. Sadi CARNOT eut pu intituler l'ouvrage « Energie » comme le fera plus tard OSWALD (1853-1932). En ce début du XIX^{me} siècle cependant, il semble que la notion n'ait pas acquis un degré de généralité suffisant pour qu'on se sente obligé d'utiliser un mot nouveau. Seules, les théories de la Mécanique et de la Chaleur sont véritablement à la recherche d'un lien établi depuis plusieurs décades dans le domaine de la technique. Les réalisations industrielles mettant en œuvre des systèmes thermodynamiques existent bien avant que les scientifiques « théoriciens » se penchent sur les problèmes de la transformation réciproque de la chaleur en travail mécanique. Les premières « pompes à feu » datent du début du XVIII^{me} siècle ; SAVARY (1650-1715) réalise en 1698 les premières pompes à mouvement alternatif, NEWCOMEN (1663-1729) améliore ces machines en 1705 ; la première machine à vapeur de WATT (1736-1819) date de 1765. Les réalisations techniques, *conséquences* du développement des forces productives (en Angleterre d'abord, ensuite dans toute l'Europe) — mais, en même temps, *moteurs* de ces transformations, précèdent l'approche théorique de ces phénomènes. Les conditions technologiques sont donc réalisées en ce début de XIX^{me} siècle pour que la Thermodynamique s'engage dans l'explication et l'étude théorique des différentes formes de l'énergie et l'élaboration des lois qui régissent le passage de l'une à l'autre. L'œuvre de Sadi CARNOT dans ce domaine est tout à fait remarquable d'abord parce qu'elle se présente sous la forme d'une contribution d'un très haut niveau théorique à partir de considérations purement technologiques, ensuite parce qu'elle ouvre la voie aux travaux des grands énergétistes du milieu du XIX^{me} siècle, CLAPEYRON (1799-1864), REGNAULT (1810-1878), MAYER (1814-1878), JOULE (1818-1889), CLAUSIUS (1822-1888) et THOMSON (Lord KELVIN) (1724-1907) entre autres, ceux-là même qui établirent les fondements de la Thermodynamique, science de l'Energie.

(1) La « puissance motrice » est la traduction littérale de « motive-power », expression utilisée par les ingénieurs anglais. Les scientifiques allemands utilisent le terme KRAFT (FORCE) pour signifier l'ÉNERGIE. Pour HELMHOLTZ notamment, il ne semble pas y avoir d'ambiguïté entre les deux sens du même mot.

L'AGE D'OR DE L'ÉNERGIE. L'INVARIANT « ÉNERGIE ».

C'est sur la mécanique que s'appuie le raisonnement thermodynamique. En précisant pas à pas la notion d'énergie, cette science va dans un premier temps contester puis abandonner d'anciennes notions comme le calorique, ce « fluide subtil » qui, selon LAPLACE (1744-1827), « s'insinue entre les molécules des corps ». Que Sadi CARNOT utilise dans ses RÉFLEXIONS la notion de calorique, importe peu, car c'est au savant français que l'on doit sa condamnation définitive. En effet, les notes sur les Mathématiques, la Physique et autres sujets, écrites, selon Robert FOX [auteur d'une réédition récente des œuvres de Sadi CARNOT], à peu près en même temps que les « Réflexions », nous prouvent que le théoricien français, convaincu par les faits d'expérience, n'entend la notion de calorique que comme chaleur, forme du mouvement.

« Lorsqu'une hypothèse ne suffit plus à l'explication des phénomènes, note-t-il, elle doit être abandonnée. C'est le cas où se trouve l'hypothèse par laquelle on considère le calorique comme une matière, comme un fluide subtil » (2).

Et, il ajoute plus loin :

« La chaleur n'est autre chose que la puissance motrice ou plutôt que le mouvement qui a changé de force, c'est un *mouvement* » (2).

Et il écrit de la façon suivante le principe de la conservation de l'énergie :

« On peut donc poser en thèse générale que la *puissance motrice* est en quantité invariable dans la nature, qu'elle n'est jamais à proprement parler ni produite, ni détruite. A la vérité, elle change de forme, c'est-à-dire qu'elle produit tantôt un genre de mouvement, tantôt un autre, mais elle n'est jamais anéantie » (2).

C'est ainsi que Sadi CARNOT énonce le principe de l'Équivalence.

Pour l'auteur, le Principe de la conservation de l'énergie « se déduit pour ainsi dire tout seul de la théorie mécanique » (2). On peut parler d'annexion de la science de la Chaleur à la Mécanique. La Thermodynamique qui est en train de naître en tant que science autonome vient se situer d'abord en continuité par rapport à la Mécanique préexistante. Il n'y a donc pas fusion des deux sciences, Mécanique et Chaleur ; les notions abandonnées,

(2) On consultera à ce propos les « notes sur les Mathématiques, la Physique et autres sujets » publiées à la suite du texte des « Réflexions » dans les différentes éditions de cet ouvrage (celle de 1953 et celle de 1978 citée dans la bibliographie).

telle le calorique, appartiennent au langage jusque-là spécifique des théories de la chaleur... La Thermodynamique commençante emprunte son vocabulaire à la Mécanique mais ne crée pas de terme nouveau. C'est par l'application à des domaines différents de la connaissance scientifique, la chimie, l'électricité, l'optique, etc. des Principes de la Thermodynamique que cette science va fabriquer son propre langage correspondant à ses propres notions.

OSTWALD, dont nous indiquons le rôle capital qu'il assume dans la promotion de l' « Energétique », dénie au physicien anglais RANKINE (1820-1872) le titre de fondateur de cette science. Pour le savant allemand, l'honneur doit en être reporté sur MAYER (1814-1878), physicien allemand lui aussi. DUHEM (1861-1916), un des rares représentants de cette école scientifique en France, admira plutôt la « magistrale synthèse » d'HELMOLTZ (1821-1894) à qui l'on doit, en dehors de ses travaux d'Energétique, la première théorie scientifique rationnelle du Rayonnement du Soleil. Le vocable apparaît cependant pour la première fois dans le titre d'un ouvrage de RANKINE qui date de 1848. C'est au même physicien que l'on empruntera la définition très générale de l'Energie considérée comme « CAPACITÉ D'EFFECTUER DES CHANGEMENTS, CARACTÉRISTIQUE COMMUNE AUX DIFFÉRENTS ÉTATS DE LA MATIÈRE AUXQUELS SE RAPPORTENT LES BRANCHES DIVERSES DE LA PHYSIQUE. »

Cette définition est plus large que celle que donnera MAXWELL en 1891 pour qui « L'ENERGIE est la CAPACITÉ qu'un corps possède d'accomplir du travail ou quantité de travail que peut effectuer un corps » (3).

Pour OSTWALD, l'Energie « représente ce qu'il y a de permanent dans toutes les vicissitudes ; elle est le fondement de la réalité effective, celle qui fait effet sur nous » (4).

Le chimiste allemand élargit sensiblement le domaine d'application du mot et tend à le substituer au mot matière. L'énergie se charge d'un contenu nouveau ; elle entre dès lors dans le violent débat qui, au-delà des frontières de la science, commence à opposer les penseurs et les philosophes en cette fin de XIX^{me} siècle marqué par la crise profonde de la physique. Les soubresauts qui agitent le monde scientifique, en raison des contradictions entre les nouvelles découvertes et les théories en vigueur, provoquent chez les savants, des attitudes souvent dictées par des choix philosophiques fondamentaux. L' « Energétique » se présente comme une réponse aux nouvelles questions

(3) Voir l'ouvrage de MAXWELL : *La chaleur*, cité dans la bibliographie.

(4) Voir l'article d'OSTWALD intitulé *La déroute de l'Atomisme contemporain* dans la Revue Générale des Sciences de 1895.

posées par le développement scientifique. Elle prétend donner des fondements à une doctrine scientifique opposée au « matérialisme physique », illustré à cette époque par l'atomisme.

LA CONTRADICTION ENERGIE-MATIERE DE LA PHYSIQUE A LA PHILOSOPHIE.

Dans le domaine de la physique, l'Energétique permet, aux plus chauds de ses partisans, OSTWALD, DUHEM, notamment, de retrouver l'Unité perdue... En ce sens, la démarche est analogue à celle des grands savants des siècles précédents, cartésiens ou newtoniens, partisans d'un déterminisme mécaniste. Et si l'on attribue à juste titre à l'Energétique une grande part au développement de la Chimie physique dont OSTWALD et DUHEM furent d'éminents promoteurs, LANGEVIN, rationaliste moderne, n'a certainement pas tort de reprocher à une telle doctrine de se limiter *a priori* à certains domaines d'investigation scientifique afin de ne point risquer de mettre en cause cette théorie *unitaire* de la connaissance du monde. Sur ce point, l'opposition farouche d'OSTWALD et de DUHEM, énergétistes conséquents, aux atomistes, illustrée par de nombreux écrits aux allures de pamphlets — tel l'article d'OSTWALD paru en 1895 dans la Revue Générale des Sciences intitulé de « Déroute de l'Atomisme Contemporain » ou « le Dépassement du Matérialisme Scientifique » — ne laisse de nous surprendre. La volonté d'OSTWALD de substituer à la notion de matière en physique, celle de l'énergie, « invariant le plus général, qui gouverne les lois physiques » (5) le conduira à des appréciations sur la science et son développement dont la naïveté peut parfois faire sourire, notamment lorsqu'il tente d'appliquer aux phénomènes des sciences biologiques et des sciences humaines (psychologie et sociologie) des méthodes qui incontestablement avaient fait la preuve de leur fécondité dans le domaine de la physique ; l'usage de ces méthodes exigeait quelque prudence dans ce champ tout neuf de l'approche scientifique.

Le chimiste allemand n'hésite pas à charger l'Energie d'un contenu philosophique au moment même où la philosophie traditionnelle tente d'intégrer, non sans difficulté, dans sa réflexion, les nouveaux acquis théoriques de la science. La philosophie spiritualiste connaît de violentes secousses et cherche des appuis que quelques écoles scientifiques lui apporteront..., l'Energétique notamment.

« La question se pose de savoir, écrit OSTWALD en 1910, quelle est la relation de l'Energie avec l'Esprit. Eh bien — et c'est là le progrès le plus considérable qui ait été réalisé dans cet

(5) Se reporter à l'ouvrage d'OSTWALD, cité dans la bibliographie : *l'Energie*.

ordre d'idées —, au regard de la Science, ces deux entités sont de même espèce et la notion d'Esprit se fond dans celle d'Energie » (5).

L'apparente contradiction entre l'Energie et la Matière dans le domaine de la physique se transforme en glissant dans le champ de la philosophie en un débat fondamental entre idéalisme et matérialisme. Il serait bien imprudent, nous semble-t-il, d'assimiler sans précaution les querelles des savants à celle des philosophes, même si les intérêts des uns rejoignent les réflexions des autres. Parmi les premières de ces précautions, il y a lieu de bien définir dans chacune des approches le mot « matière »... Il ne saurait dans le domaine de la physique recouvrir le contenu large — et nécessairement peu précis — qu'il prend comme « catégorie » dans la démarche des philosophes.

Une seconde remarque s'impose : Le débat Energie ou Matière, en physique, est *historiquement* situé, nous l'avons montré... Comme l'indique BRUNOLD dans un ouvrage publié en 1952, intitulé « Histoire abrégée des théories physiques concernant la matière et l'énergie ».

« Sans le vouloir peut-être, les théoriciens de l'Energie finissent par opposer à la réalité matérielle cachée que leurs adversaires invoquent dans leurs explications, celle de l'Energie, qui en raison de sa « conservation » semble s'imposer à certains comme une véritable substance... Le développement scientifique, ajoute-t-il, a rapproché des points de vue opposés » (6).

Cette dernière opinion est partagée par EINSTEIN lorsqu'il déclare avec INFELD dans « L'Evolution des idées en Physique » :

« La matière nous apparaît comme une énorme provision d'énergie que nous ne savons pas encore utiliser » (7).

Cette proposition fait disparaître cette antinomie fondamentale de la matière et de l'énergie à laquelle on rattachait l'opposition entre les deux conceptions de la théorie physique, l'une faisant de la réalité matérielle la base de ses explications et poursuivant cette réalité jusque dans les constituants ultimes de la matière, l'autre lui tournant le dos et demandant à la notion d'énergie de classer et de traduire les faits physiques les plus variés.

Ainsi la relativité et les quanta ont conduit au dépassement de la contradiction énergie-matière... Il serait pour le moins aventureux d'en attendre le dépassement analogue de la contra-

(6) Se reporter à l'*Histoire abrégée des Théories physiques* de BRUNOLD cité en bibliographie.

(7) Se reporter à l'ouvrage d'EINSTEIN et INFELD cité en bibliographie.

diction fondamentale de la philosophie entre idéalisme et matérialisme.

LA THERMODYNAMIQUE AUJOURD'HUI... L'ENERGIE DEMAIN ?

Certes, l'attitude des énergétistes visant à éloigner la théorie physique de toute tentative figurative a-t-elle connu quelque succès. Sans doute a-t-elle permis un regard neuf sur la démarche scientifique, et une critique fructueuse de la signification des lois de la physique. On ne saurait ignorer la fécondité du développement de la physico-chimie que l'on doit essentiellement à OSTWALD, DUHEM et à leurs héritiers spirituels, qui s'attachèrent à faire progresser la Thermodynamique, sous l'effet des relations phénoménologiques entre forces et courants, vers ce que l'on appelle aujourd'hui « les processus irréversibles » — linéaires ou non linéaires, évoluant à grande distance de l'équilibre — et les « structures dissipatives ». Les travaux récents de PRIGOGINE et de GLANSDORFF se situent dans la perspective ouverte par l'Energétique... ils apportent des lueurs nouvelles sur l'interprétation des principes de la Thermodynamique, notamment le Second (8).

La promotion de l'Energétique et des méthodes de la Thermodynamique Générale n'en ont pas moins permis quelques percées intéressantes dans le domaine des sciences humaines et sociales... on pourra consulter à ce propos avec intérêt divers travaux et études sur les théories de la communication.

Aujourd'hui, à l'approche de l'an 2000, l'intérêt porté aux problèmes de l'Energie dépasse largement le cadre des initiés... parce qu'il touche très directement la vie des peuples de la planète, et que de plus en plus nombreux, les hommes prennent une claire conscience de leur importance. Voilà qui semble donner quelque crédit aux inquiétudes exprimées par OSTWALD dans son « Energétique Sociologique » :

« Le bien-être des hommes est en proportion de la part d'énergie qui revient à chacun d'eux. Il y a encore beaucoup

(8) Nous n'avons pas voulu aborder les problèmes liés à la notion d'entropie... Il aurait été sans doute intéressant de comparer l'histoire de ce mot à celle du mot énergie. Notons simplement que nous le devons à CLAUDIUS qui s'en explique dans sa célèbre « *Théorie de la Chaleur* » :

« Je préfère emprunter aux langues anciennes les noms de quantités scientifiques importantes, afin qu'ils puissent rester les mêmes dans toutes les langues vivantes ; je proposerai donc d'appeler S l'entropie du corps, d'après le grec $\tau\rho\omicron\pi\eta$, transformation.

C'est à dessein que j'ai formé ce mot entropie — de manière qu'il se rapproche autant que possible du mot énergie, car ces deux quantités ont une telle analogie dans leur signification physique qu'une certaine analogie de dénomination m'a paru utile ».

d'hommes malheureusement, qui ne peuvent gagner le minimum nécessaire à l'existence que par un travail pénible qui les épuise. La vie à laquelle ils sont contraints est un reproche constant pour quiconque possède ce minimum. Or, rien ne serait plus propre à améliorer leur sort que de rendre plus avantageux le coefficient de transformation de l'énergie solaire en énergie chimique... Si l'on parvenait à inventer un transformateur permettant (aux plantes vertes) d'accumuler seulement quelques centièmes (de l'énergie libre qu'elles reçoivent), on apporterait au sort de l'humanité laborieuse une amélioration plus importante que tous les établissements de bienfaisance du monde » (5).

Vivons-nous, aujourd'hui, les conséquences dramatiques de cette incapacité à fournir à chacun son quantum d'énergie ? Sans doute, un peu, quand on songe à ces centaines de millions d'êtres humains qui ne trouvent pas leur ration de calories (ou de joules) indispensable à leur vie. En ce sens, le texte d'OSTWALD demeure d'une surprenante actualité.

Paul BROUZENG,

Maître-Assistant

*(Laboratoire de Mécanique-Physique,
Université de Bordeaux I).*

N.B. : Des travaux ultérieurs à la mise en forme de l'article ci-joint nous ont permis de découvrir l'utilisation du vocable énergie dans un texte antérieur à celui de BERNOULLI. Il s'agit d'une étude datant de 1609 de KÉPLER (1571-1630) où l'auteur traite de problèmes relatifs à la nature et à l'intensité de la lumière.

Dans ce texte, le savant met en évidence l'existence de deux aspects liés au phénomène lumineux... d'une part le milieu dans lequel la lumière se propage : (« *medium per quod transit* »), d'autre part sa nature même : (« *rem ad quam fertur* »). Deux aspects de l'énergie indique KÉPLER lorsqu'il déclare « *Duo etiam hujus energiae respectus in luce* ». C'est une conception beaucoup plus proche de la démarche « énergétiste » que celle que nous découvrons chez BERNOULLI.

BIBLIOGRAPHIE

-
- BRUNHES Bernard. — *La dégradation de l'Energie*. Flammarion. 1909. Bibliothèque de Philosophie Scientifique.
- BRUNOLD Charles. — *Histoire des théories physiques concernant la matière et l'énergie*. Masson et Cie Editeurs. 1952.
- CARNOT Sadi. — *Réflexions sur la puissance motrice du feu*. Edition critique par Robert Fox. Paris. Librairie philosophique J. Vrin 1978.
- DUHEM Pierre. — *Les théories de la Chaleur*. Revue des Deux Mondes (T. CXXIX et T. CXXX 1895).
- EINSTEIN Albert et INFELD Léopold. — *L'évolution des idées en physique*. Petite Bibliothèque Payot. 1974.
- LANGEVIN Paul. — *La Pensée et l'Action*. Textes recueillis et présentés par Paul Laberence. Préface de F. Joliot-Curie et G. Cogniot. Editions sociales 1964.
- MAXWELL James-Clerk. — *La Chaleur*. Edition française. Tignol, Editeur 1891.
- OSTWALD Wilhelm. — *L'Energie*. Félix Alcan 1910. Traduction française de E. Philippi.
- POINCARÉ Henri. — *Science et Hypothèse*. Flammarion 1902. Bibliothèque de philosophie scientifique. Réédition 1968. Science de la Nature.
La valeur de la Science. Flammarion 1905. Bibliothèque de philosophie scientifique. Réédition 1970. Science de la Nature.
- REY Abel. — *L'Energétique et le Mécanisme au point de vue des conditions de la connaissance*. Félix Alcan. 1908.
-