

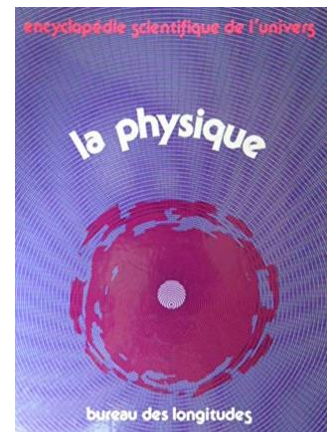
Textes historiques concernant l'énergie

LA CONSTRUCTION DU CONCEPT D'ÉNERGIE

Bernard d'ESPAGNAT, extrait de *La Physique - Encyclopédie scientifique de l'Univers, bureau des longitudes*, Ed. Gauthier-Villars, 1981. Pages 329 à 331.

Dans cet article intitulé "Concepts et théories de la physique moderne", il précise le travail des physiciens qui ont contribué à l'émergence du concept d'énergie et son évolution jusqu'à l'énergie de masse. Cet extrait examine le fonctionnement de la physique et la démarche est proche de celle d'un épistémologue.

Bernard d'Espagnat est un mathématicien qui a publié de nombreux ouvrages de réflexion sur la physique. L'extrait que nous citons fait la transition entre le point de vue de physiciens et celui d'un philosophe des sciences.



Parce qu'elle est très bien connue, l'histoire de la maturation du concept d'énergie peut servir de premier exemple. Elle montre qu'une notion, aux apparences d'abord abstraites mais qui s'est avérée commode, revêt très aisément, et légitimement, dans nos esprits les couleurs mêmes du concret. Elle montre aussi comment la conception d'une qualité peut émerger du pur quantitatif par l'intermédiaire de l'idée de conservation.

Certes, l'énergie est liée d'une certaine manière au sentiment, humain et sans doute aussi animal, d'effort et de travail. Le lien pourtant est lâche et la véritable origine de la notion ne se trouve pas là mais dans une constatation théorico-expérimentale : celle du fait qu'il est possible de partir de grandeurs physiques qui varient au cours du temps (les vitesses et hauteur d'une bille lâchée sur un plan incliné constituent un exemple simple) pour construire une fonction de ces variables qui, elle, reste constante durant le processus considéré. On parle alors de "conservation" de cette fonction ou pour mieux dire de la grandeur physique nouvelle que par définition la fonction en question mesure. C'est l'une de ces grandeurs qui a pour nom énergie et nous nous occuperons seulement d'elle, bien que l'on puisse en élaborer d'autres, également à partir des grandeurs accessibles à nos instruments.

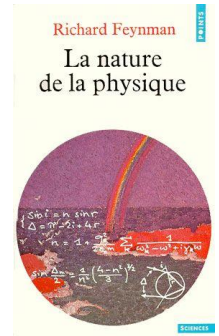
Le fait que contrairement à beaucoup d'autres (position, vitesse, couleur, etc.) la notion d'énergie ne soit pas donnée, mais construite, a pour très remarquable conséquence qu'on la généralise sans de trop grandes difficultés. De telles généralisations sont nécessaires car la notion a été bâtie en prenant pour point de départ des phénomènes simples, comme le roulement des billes sur des plans inclinés, et donc, inévitablement particuliers. Il arrive, par conséquent, que la fonction qui a été construite pour être conservée dans le cours de ces phénomènes ne le soit plus lorsque sont pris en considération des phénomènes plus généraux comme, par exemple, des glissements avec frottement. Ce que le physicien essaie alors de faire, c'est de construire une nouvelle fonction avec de nouvelles variables qui, ajoutées à la première, donne une somme conservée. Le fait très remarquable, et qui montre qu'il y a des lois, c'est que jusqu'ici il y soit parvenu dans tous les cas. On dit alors qu'il a découvert une nouvelle forme d'énergie (calorifique dans l'exemple ci-dessus). Encore une fois, ici comme précédemment, l'énergie obtenue n'est rien d'autre qu'un nombre abstrait (mesuré par une unité compliquée). C'est seulement la propriété simple de ce nombre de demeurer la même au cours du temps, la propriété de conservation, qui nous le fait considérer avec une attention particulière. Comme, d'autre part, dans les applications du concept en question c'est toujours la même propriété de conservation qui entre en jeu, on voit que pour "concrète" que soit en notre siècle cette marchandise qu'est l'énergie, le nombre abstrait en demeure encore, finalement, l'essentiel.

Le PRINCIPE DE CONSERVATION

Richard FEYNMAN, extrait de *La nature de la physique*, points sciences, Editions du Seuil, 1980. Pages 68 et 69.

Ce livre reproduit les textes d'une série de conférences données par l'auteur en 1964, il s'adresse au grand public.

Lorsqu'on étudie les lois de la physique, on en découvre un grand nombre, compliquées et détaillées: lois de la gravitation, de l'électricité et du magnétisme, des interactions nucléaires, etc., mais à travers la variété de ces lois particulières règnent de grands principes généraux auxquelles toutes les lois paraissent obéir : ce sont par exemple, les principes de conservation, certaines qualités de symétrie, la forme générale des principes de la mécanique quantique, et malheureusement ou heureusement comme nous l'avons vu, le fait que toutes ces lois sont mathématiques. Au cours de cet exposé je vous parlerai des principes de conservation. Le physicien utilise les mots courants avec un sens particulier. Pour lui, une loi de conservation signifie qu'il existe un nombre que l'on peut calculer en un moment donné, puis, bien que la nature subisse de multiples variations, si on calcule cette quantité en un instant ultérieur, elle sera toujours la même, le nombre n'aura pas varié. Prenons par exemple, la conservation de l'énergie ; c'est une quantité que l'on peut calculer suivant une certaine règle, et on obtient toujours le même nombre quoi qu'il arrive.



LOIS DE CONSERVATION et PRINCIPES D'INVARIANCE

Luc VALENTIN, extrait de *L'Univers mécanique*, Hermann, première édition 1983, seconde édition 1995. *Ce livre est un cours de mécanique qui s'adresse à des étudiants de première année universitaire et dont l'originalité réside dans les nombreuses réflexions auxquelles nous convie l'auteur à propos de la façon dont la physique fonctionne. Il constitue un outil précieux pour un professeur chargé en particulier d'une classe de première S.* Pages 122 et 123.



À présent, pour faciliter la compréhension des lois de conservation, posons-nous la question suivante : pourquoi la nature accepte-t-elle de se plier à des principes d'invariance ? Il existe autant de réponses que de physiciens. Certains insisteront sur cet aspect : sous quels traits pourrions-nous exister "ici et maintenant" et comment notre cerveau se serait-il formé si les lois de la physique variaient d'instant en instant, de place en place, et de direction en direction ? Comment fixerions-nous des rendez-vous ? Comment pourrions-nous comprendre ce qui nous arrive ? Il est donc heureux que les lois de conservation existent et qu'aucun fait expérimental ne les ait remises en cause pour l'instant. Sinon, l'univers serait proprement invivable et nous ne serions pas là pour l'observer.

Mais à la question ci-dessus, d'autres répondront, en insistant sur un aspect complémentaire : la nature ne se prête à rien ; ce sont les physiciens qui se débrouillent pour sauver leurs principes. Par exemple, la conservation de l'énergie, associée à l'invariance des lois physiques par translation dans le temps, a été sauvegardée en modifiant au cours des deux derniers siècles son contenu physique: après les énergies cinétiques et potentielles, il a fallu introduire l'énergie thermique (la chaleur), puis l'énergie de masse. Dans cette volonté délibérée de sauvegarder le bilan d'énergie, l'artifice consiste à introduire des constantes fondamentales rendant homogènes des quantités apparemment sans rapport entre elles.