



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Comptes Rendus Physique

www.sciencedirect.com



Demain l'énergie – Séminaire Daniel-Dautreppe, Grenoble, France, 2016

Foreword



For the physicist, the work of forces is the usual definition of energy. Nevertheless, the metrics of the product of human forces' work is never the "joule" unit. It is more often measured in terms of economic wealth, and its partition, the object of the political debate. If the first principle of thermodynamics is respected, this quantity – energy – must be conserved during any transformation of the universe. The lack of such conservation principle in economic transformations is the source of confusion for the physicist.

The second principle is neither less confusing, nor less directly related to every day's life, society, and economics, than the conservation one. This principle simply explains that transformations are done in the directions that spread energy as much as possible. "Chaos" is the answer of physicists to the long-standing question of philosophers: "What is the direction of time?" Temperature and entropy, the physical quantities associated with this principle, are among the most complex notions and the sources of exercises and probably nightmares for every scientific student. Simply put, the second principle wants hot gases to give their energy to cold ones. It explains why storage systems and energy conservation are so difficult to achieve.

These two principles induce a cumbersome paradox: each work of forces poses its own challenge as, at the same time, energy must be conserved, but spread!

This spread of energy is echoed by the various potential energy sources and various energy transformations, which allow the fulfillment of the very diverse needs of society. In this frame, physicists are very efficient at proposing cutting-edge research with the aim to control these energy transformations. More precisely, the scientific approach tries to maximize the ratio between the usable energy flow and the one of the energy source, while minimizing the environmental impact of these transformations.

Each type of energy transformation, going from production to efficient uses through their conversion systems and associated storages, is a playground for research in physics. Some of these aspects were tackled during the Daniel Dautreppe Seminar of the "Société française de physique" (Section Alpes), which gathers every year experts of a given field for one week. The central topic of the 2016 seminar was entitled "Demain l'énergie".

This thematic issue of the *Comptes rendus Physique* comprises peer-reviewed scientific papers of some presentations given during this Dautreppe seminar. It reflects the diversity and the broadness of various research fields related to energies. The reader will find papers dealing with various carbon-free production sources (such as nuclear fission and fusion, solar energies, hydropower, bio-energies), and efficient use (smart building, light structural materials, lighting, transportation).

We warmly thank all the corresponding authors for their contributions, and especially for the energy spent to prepare those comprehensive and pedagogic papers. Grateful thanks are also due to our colleagues who have helped us reviewing the manuscripts. We also are grateful to the sponsors¹ and all the people who contributed to make possible this Dautreppe seminar which was at the origin of this volume.

Avant-propos

Pour les physiciens, le travail des forces correspond à la définition de l'énergie. Néanmoins, pour le travail des forces humaines, l'unité n'est jamais le joule ! Il est le plus souvent mesuré en termes de prospérité économique, et sa répartition est l'objet même du débat politique. En physique, d'après le premier principe de la thermodynamique, cette quantité – l'énergie – doit être conservée durant toute transformation de l'univers. L'absence d'un tel principe de conservation pour toute activité économique est une source de confusion pour le physicien.

Le second principe de la thermodynamique est tout autant déroutant que le premier, et aussi directement relié à la vie quotidienne, et donc à la société et/ou à l'économie. Il stipule que toute transformation se fait dans un sens qui optimise la

¹ <http://dautreppe.energie.grenoble.cnrs.fr/?q=node/12>. See also the last even page of this issue.

dispersion de l'énergie. Le « chaos » est alors la réponse des physiciens à la question récurrente des philosophes : quelle est la direction du temps ? Température et entropie, les grandeurs physiques associées à ce principe, sont parmi les notions les plus complexes enseignées en physique, et sont sources d'exercices cauchemardesques pour les étudiants. Schématiquement, le second principe implique qu'un gaz chaud transfère son énergie à un gaz plus froid. Ceci explique pourquoi les systèmes de stockage et d'économie de l'énergie sont si difficiles à réaliser.

Ces deux principes engendrent un paradoxe important : tout travail de forces pose un problème, puisqu'il doit en même temps conserver et propager l'énergie. Cette dispersion de l'énergie fait écho aux différentes sources potentielles d'énergie ainsi qu'à leurs transformations, qui permettent de satisfaire les besoins variés de la société. Dans ce contexte, les physiciens proposent des programmes de recherche novateurs, dont le but est le contrôle de ces transformations d'énergie. Plus précisément, l'approche scientifique essaie de maximiser le rapport entre le flux d'énergie utilisable et celui de la source d'énergie, tout en minimisant l'impact environnemental de ces transformations.

Toutes les étapes de transformation de l'énergie, allant de sa production à son utilisation optimale, en passant par sa conversion ou son stockage, sont des terrains de jeu pour la recherche en physique. Certains de ces aspects ont été abordés au cours du séminaire Daniel-Dautreppe de la Société française de physique (section Alpes), qui rassemble chaque année, pendant une semaine, des experts d'un domaine donné. Le thème central du séminaire 2016 a été restitué sous le titre « Demain l'énergie ».

Ce volume spécial des *Comptes rendus Physique* rassemble des articles revus et corrigés correspondant à quelques-unes des présentations faites à ce séminaire Dautreppe. Il reflète la diversité des différents domaines de recherche liés à l'énergie. Le lecteur trouvera des articles sur des sources de production variées d'énergie décarbonée (fission et fusion nucléaires, énergie solaire, hydraulique, biomasse) et sur l'optimisation de ses usages (bâtiments intelligents, matériaux à structure légère, éclairage, transport...).

Nous remercions chaleureusement tous les auteurs pour leurs contributions et, plus spécifiquement, pour l'énergie dépensée afin de rédiger des articles pédagogiques et compréhensibles par des non-spécialistes. Nos sincères remerciements vont aussi à nos collègues qui nous ont aidés à la relecture critique de ces articles. Enfin, nous sommes très reconnaissants envers les sponsors¹ et toutes les personnes qui ont permis la tenue de ce séminaire Dautreppe à l'origine de ce volume.

Patricia De Rango, Daniel Bellet, Adrien Bidaud, Henri Mariette
Communauté Université Grenoble Alpes, France

E-mail addresses: patricia.derango@neel.cnrs.fr (P. De Rango), daniel.bellet@grenoble-inp.fr (D. Bellet), bidaud@lpsc.in2p3.fr (A. Bidaud), henri.mariette@cea.fr, henri.mariette@neel.cnrs.fr (H. Mariette)

Available online 13 October 2017

