

HORI / ZONS



(AFP)

DE QUOI L'ÉNERGIE EST-ELLE LE NOM ?

par Étienne Klein, philosophe des sciences et physicien

On la dit renouvelable. On parle d'elle en termes de transition.
Mais tous ces mots créent en fait une grande confusion : l'énergie ne naît pas du
néant et ne disparaît pas dans la nature. Elle se transforme.

Chacun le sait désormais : la transition dite énergétique est une nécessité. Notre façon de produire et d'utiliser l'énergie va devoir changer. Mais affirmer cela n'est pas tout dire, car l'idée même de changement charrie avec elle une ambiguïté qui lui colle à la peau à la manière du sparadrap du Capitaine Haddock.

Lorsque nous voyons une photographie de l'enfant que nous fûmes jadis, nous nous exclamons : « C'est moi ! » et non « C'était moi ! » Voilà un indice que nous parvenons à nous reconnaître malgré tous les changements qui nous ont transformés, comme si la perception de notre *moi* conservait une certaine continuité historique au sein de notre corps qui évolue sans cesse. Que déduire d'un tel constat ? Que changer, ce n'est pas être remplacé : c'est persister à être soi, mais *autrement*.

RIEN NE CHANGE

En d'autres termes, nous ne parvenons à comprendre un changement qu'au prix d'un saisissant tour de passe-passe : dans notre bouche, le sujet du verbe changer – *cela* dont nous disons qu'il change –, c'est ce *qui ne change pas* au cours du changement en question.

En clair, on ne dit d'une chose *x* qu'elle a changé que si, en elle, quelque chose n'a pas changé, et c'est parce que ce quelque chose n'a pas changé qu'on s'autorise à dire de *x* qu'il a changé... À la fin du changement de *x*, en effet, on a toujours affaire à... *x* ! Il n'a pas été remplacé, au sens où il n'est pas devenu *y*. Il a conservé le noyau dur de son identité.

Armés de ce constat, revenons à la transition énergétique. Son appellation même implique que nous nous posions les questions suivantes : que souhaitons-nous conserver grâce à elle, c'est-à-dire ne pas changer ? Notre mode de vie ? Le coût du kWh ? Le taux de CO₂ dans l'atmosphère ? Et que devons-nous changer pour ne pas changer ce que nous souhaitons conserver ?

Dès que les questions sont ainsi posées, les débats s'enflamment vite, d'autant que nos façons de parler de l'énergie ne rendent pas toujours justice aux connaissances acquises à son sujet.

PROBLÈME DE SENS

Un peu d'histoire nous aidera à clarifier les choses. Le mot *energeia* désigne en grec la force en tant qu'elle est en action. Plus précisément, Aristote la concevait comme le passage de ce qui est « en puissance » à ce qui est « en acte ». En langage plus moderne, on dirait plutôt que l'énergie jauge « la capacité à produire des transformations », par exemple à créer du mouvement, à modifier la température ou à changer l'état de la matière. Mais dans le langage courant, le mot énergie demeure victime d'une polysémie impressionnante : il désigne tout aussi bien la force ou la puissance, la vigueur ou l'élan, le dynamisme ou la volonté...

D'ailleurs, au motif que ce mot fleure bon le grec ancien, on imagine volontiers qu'il a toujours fait partie du vocabulaire scientifique. Or, il n'y a été introduit qu'il y a à peine trois siècles par Jean Bernoulli, qui définit l'énergie comme le produit de la force par le déplacement qu'elle provoque (ce qu'aujourd'hui nous appelons le travail mécanique). Mais cette première conception scientifique de l'énergie était d'application trop limitée pour coloniser la physique tout entière.

De fait, l'énergie n'a pu devenir un concept fondamental de la physique qu'un siècle et demi plus tard, à partir du moment où il a été établi qu'elle obéissait à une règle implacable : une loi de conservation. Qu'est-ce à dire ?

« CHANGER, CE N'EST PAS ÊTRE REMPLACÉ : C'EST PERSISTER À ÊTRE SOI, MAIS AUTREMENT. »

Lorsque deux systèmes interagissent, ils échangent de l'énergie : au cours de l'interaction, la somme des variations d'énergie dans le premier système se trouve toujours être l'opposée de la somme des variations d'énergie dans le second, de sorte que l'énergie globale est la même à la fin qu'au début.

Au début du XX^e siècle, un théorème crucial est venu encore renforcer et étendre la puissance conceptuelle de cette loi de conservation de l'énergie. Au printemps de l'année 1915, Emmy Noether, une jeune mathématicienne allemande, est invitée par deux illustres professeurs, David Hilbert et Felix Klein, à venir enseigner au département de mathématiques de l'Université de Göttingen. Les philosophes et les historiens s'y opposent en avançant cet étrange argument : « *Que penseront nos soldats quand ils reviendront à l'université et verront qu'ils doivent apprendre aux pieds d'une femme ?* » La réponse de David Hilbert est cinglante : « *Je ne vois pas pourquoi le sexe de la candidate serait une raison contre son admission. Après tout, nous sommes une université, pas des bains publics.* » Mais le maître n'eut pas tout à fait gain de cause, du moins pas immédiatement : Emmy Noether dut enseigner pendant quatre ans sous le nom de « David Hilbert »

et sans recevoir la moindre rémunération... Cela ne l'empêcha pas de démontrer, en 1918, un théorème si fondamental pour la physique qu'il fit dire à Albert Einstein qu'elle était « *le génie mathématique créatif le plus considérable produit depuis que les femmes ont eu accès aux études supérieures* ».

CHANGER LA FORME

Le théorème dit « de Noether » démontre que la loi de conservation de l'énergie découle directement du fait que les lois physiques régissant un phénomène physique, quel qu'il soit, ne sauraient dépendre du moment particulier où ce phénomène se produit. Elle acquiert ainsi une signification dépassant largement sa formulation habituelle: elle n'exprime rien de moins que l'invariance des lois physiques au cours du temps.

Lorsque nous parlons de l'énergie, tenons-nous compte de ce que Emmy Noether nous a appris? La question est d'importance, pour deux raisons. La première est que si nous parlons de l'énergie sans tenir compte de ce qu'elle est, il y a de fortes chances que nous ne prenions pas les bonnes décisions. La seconde est que la nature ne se laissera pas duper par nos jeux de langage: si les solutions que nous formulons dans nos phrases sont impossibles à réaliser en pratique, ces solutions ne seront pas des solutions. Ainsi, dès lors que l'énergie d'un système isolé demeure constante, il devient trompeur de parler de production d'énergie, car cette expression laisse entendre que de l'énergie pourrait émerger du néant.

En réalité, la seule chose que nous pouvons faire, c'est changer la forme que prend l'énergie – transformer de l'énergie électrique en énergie thermique par exemple –, ou bien la transférer d'un système qui en a à un autre. Il ne s'agit jamais d'une création *ex nihilo*. En somme: pour avoir de l'énergie, il n'y a qu'une condition qui vaille, celle d'en avoir, ou bien d'en recevoir.

ABUS DE LANGAGE

De même, on ne devrait pas non plus parler de consommation d'énergie. Car consommer la totalité d'un kilojoule, ce n'est nullement le faire disparaître: c'est prendre un kilojoule sous une forme très ordonnée (par exemple de l'électricité) et le convertir en une quantité exactement égale d'énergie sous une autre forme, en général moins ordonnée (de l'air chaud). En bref, consommer de l'énergie, ce n'est nullement consommer de l'énergie, mais créer de l'entropie, une grandeur qui caractérise la capacité d'un système physique à subir des transformations spontanées: plus grande est sa valeur, plus faible est la capacité du système à se transformer. Au cours de ses transformations successives, son énergie devient de moins en moins utilisable, jusqu'à ce qu'elle finisse sa vie sous forme de chaleur.

Pour les mêmes raisons, il n'existe pas d'énergies à proprement parler « renouvelables », car ce n'est jamais l'énergie elle-même qui se renouvelle, seulement le processus physique dont on l'extrait, par exemple le vent, ou bien la lumière du soleil... ■

Emmy Noether, mathématicienne géniale, saluée par Einstein, mais oubliée, est l'auteure d'un théorème fondamentale sur la conservation de l'énergie. (DR)