# « [Science et technique] Les sources d’énergie », *La Lutte syndicale. Organe officiel de la Fédération suisse des ouvriers sur métaux et horlogers* (16 octobre 1946)

[fr] L’article dresse un panorama des sources d’énergie disponibles au milieu du xxᵉ siècle : charbon, pétrole, hydroélectricité et, désormais, énergie atomique. Il souligne les limites des gisements fossiles et l’importance vitale du soleil comme source ultime d’énergie, exploitable directement (chauffage solaire, cellules photoélectriques, procédés photochimiques) ou par imitation de ses réactions nucléaires. L’auteur compare le potentiel colossal de l’énergie atomique à celui du charbon, du lithium ou de l’hydrogène, tout en rappelant les coûts élevés et la dépendance de la Suisse à l’étranger pour l’uranium. Il conclut que l’hydroélectricité doit rester prioritaire pour des raisons économiques et politiques, l’énergie atomique ne pouvant jouer qu’un rôle complémentaire dans la production de chaleur et d’électricité.

[de] Der Artikel bietet einen Überblick über die verfügbaren Energiequellen Mitte des 20. Jahrhunderts: Kohle, Erdöl, Wasserkraft und nun auch Atomenergie. Er hebt die Grenzen der fossilen Lagerstätten hervor und betont die zentrale Bedeutung der Sonne als letzte Energiequelle, die entweder direkt (Solarheizung, Fotozellen, photochemische Verfahren) oder durch Nachahmung ihrer Kernreaktionen genutzt werden kann. Der Autor vergleicht das enorme Potenzial der Atomenergie mit dem von Kohle, Lithium oder Wasserstoff, erinnert jedoch an die hohen Kosten und die Abhängigkeit der Schweiz vom Ausland für Uran. Er schließt, dass die Wasserkraft aus wirtschaftlichen und politischen Gründen Vorrang behalten müsse, während die Atomenergie nur eine ergänzende Rolle bei der Erzeugung von Wärme und Elektrizität spielen könne.

[it] L’articolo traccia un panorama delle fonti energetiche disponibili a metà del XX secolo: carbone, petrolio, energia idroelettrica e, ormai, energia atomica. Sottolinea i limiti dei giacimenti fossili e l’importanza vitale del sole come fonte ultima di energia, sfruttabile direttamente (riscaldamento solare, celle fotoelettriche, processi fotochimici) oppure imitando le sue reazioni nucleari. L’autore confronta l’enorme potenziale dell’energia atomica con quello del carbone, del litio o dell’idrogeno, ma ricorda i costi elevati e la dipendenza della Svizzera dall’estero per l’uranio. Conclude che l’energia idroelettrica deve rimanere prioritaria per ragioni economiche e politiche, mentre l’energia atomica può avere soltanto un ruolo complementare nella produzione di calore ed elettricità.

[en] The article provides an overview of the energy sources available in the mid-20th century: coal, oil, hydropower, and now atomic energy. It stresses the limits of fossil fuel reserves and the vital importance of the sun as the ultimate energy source, usable either directly (solar heating, photoelectric cells, photochemical processes) or by imitating its nuclear reactions. The author compares the immense potential of atomic energy with that of coal, lithium, or hydrogen, while pointing out the high costs and Switzerland’s dependence on foreign uranium supplies. He concludes that hydropower should remain the priority for economic and political reasons, with atomic energy serving only a complementary role in the production of heat and electricity.

## Des sources qui s’épuisent

Le xxe siècle vit apparaître une source toute nouvelle d’énergie. Comme l’avait prévu Albert Einstein, la matière elle-même, toute matière, renferme dans son essence de prodigieuses quantités d’énergie. Plus même : aux yeux de la physique moderne, la matière s’identifie intégralement à l’énergie. Et, depuis 1942, les savants américains et leurs collaborateurs parvenaient à utiliser pratiquement et à dominer l’énergie produite par la destruction des atomes d’uranium. Malheureusement, l’uranium est particulièrement rare à la surface de la Terre et, selon les premières données officielles, il semble que ce corps ne peut fournir actuellement qu’un millième environ de l’énergie produite par le charbon, compte tenu de la production d’avant-guerre de ces deux matières premières.

L’homme a donc à son service trois sources principales d’énergie : le charbon, le pétrole et les chutes d’eau (sans parler du bois, dont le rôle ici est insignifiant).

Les gisements de charbon, produisant avant la guerre une moyenne d’un milliard de tonnes, ne pourront évidemment durer éternellement ; même les gisements les plus importants, comme ceux d’Amérique par exemple, ou comme, dans les montagnes de Chine, ceux qui ne sont pas encore exploités parce que difficilement accessibles, bien que d’une richesse extraordinaire, s’épuiseront tôt ou tard ; le chiffre de mille ans peut se soutenir.

Pour le pétrole, il faut compter, selon certains géologues, non plus avec quelques siècles, mais bien avec quelques dizaines d’années. La production annuelle qui était d’environ 250 millions de tonnes avant la guerre et qui a augmenté de 35 % depuis 1939, épuise les gisements au point que les États-Unis, par exemple ont décidé de baisser leur production de 20 % et d’avoir recours d’abord, et dans la mesure du possible, à des gisements écartés de leur continent. Mais la Russie, il est vrai, espère, en revanche, grâce aux 25 000 géologues qu’elle vient d’envoyer en prospection, atteindre le niveau des États-Unis, après avoir déjà dépassé celui du Vénézuéla.

Le problème se pose sous un jour quelque peu différent quant à la production d’énergie électrique par la force hydraulique, où aucun épuisement de gisement n’est évidemment à craindre. Mais on sait d’ores et déjà que la houille blanche ne pourra jamais à elle seule assurer la production d’électricité pour les besoins actuels du monde. À supposer que toutes les forces hydrauliques mondiales fussent utilisées, la production d’énergie hydro-électrique ne pourrait être que décuplée et serait encore loin ainsi de suffire à la demande.

Il viendra donc un jour où le monde, à moins d’un renversement complet des données du problème, se trouvera en face d’une pénurie d’énergie. Et la question qui se pose maintenant est claire : ce renversement des données est-il possible ?

## Le soleil, source de toute l’énergie actuelle

À bien regarder ce que nous avons exposé ci-dessus, il ressort somme toute qu’à très peu de choses près, toute l’énergie utilisée par l’humanité est fournie par le soleil ; ainsi, le bois est un produit presque direct du soleil, qui en fait pousser, en moyenne, en Suisse, environ 0,35 dm3 par mètre carré de forêt et par an ; le charbon n’est qu’un dérivé du bois ; de même pour le pétrole : que son origine soit végétale pour les uns, ou animale pour les autres, pas une goutte de pétrole n’existerait sur notre planète si celle-ci, pendant des millénaires, n’avait été inondée des rayons du soleil ; l’électricité, enfin, produite par charbon ou par force hydraulique, est toujours fonction de l’énergie solaire : c’est le soleil qui réchauffe l’eau des lacs et des océans et qui la transforme en vapeur ; c’est le soleil aussi qui produit, par thermosiphon, les vents qui transportent cette vapeur vers les montagnes, d’où elle pourra, après sa condensation, s’écouler dans les lacs d’accumulation au-dessus des centrales électriques.

Et si c’est le soleil qui fournit à la terre son énergie, et que d’autre part la terre manque encore d’énergie, on ne voit, à première vue, que deux façons d’améliorer la situation : ou utiliser mieux l’énergie solaire, ou « imiter » le soleil par des moyens artiﬁciels.

Voyons d’abord quelles seraient les améliorations possibles du « rendement solaire » :

Le soleil chauffe la terre à raison d’une moyenne pour la Suisse de 100 watts par mètre carré de terrain mesuré horizontalement, soit vingt-quatre calories par seconde et par mètre carré. C’est cette énergie qui produit, par mètre carré toujours, les 0,35 dm3 de bois dont nous avons parlé plus haut. Ce bois, à son tour, donne par combustion une chaleur de 600 000 calories. Or, comme en un an le soleil en a fourni environ 7,6 . 108, on peut admettre que le rendement physique de cette exploitation est de l’ordre du millième.

Si l’on utilise l’énergie solaire pour la production d’électricité, grâce aux forces hydrauliques, avec une chute moyenne de 400 mètres, on arrive sensiblement au même résultat.

## Possibilités nouvelles

N’y a-t-il pas moyen d’utiliser le soleil dans de meilleures conditions ? Répondons tout de suite par l’affirmative et distinguons deux cas précis : celui où l’on veut de la chaleur à basse température et celui, au contraire, où cette même chaleur doit être fournie à haute température.

La chaleur à basse température pourrait être utilisée en particulier pour le chauffage des maisons ; la technique moderne est en effet revenue depuis longtemps déjà de l’idée des radiateurs chauffés à la vapeur, et même à l’eau très chaude. Il a été constaté en fait qu’une chambre tempérée par de grands radiateurs faiblement chauffés, pratiquement par des tuyaux nombreux et larges, disposés à l’intérieur même des parois, est plus agréable à habiter que la pièce chauffée par des radiateurs « classiques », à température élevée. Et, dans ces conditions, il suffit que l’eau soit portée à 30 ou 40 degrés centigrades.

Soit par exemple une villa de 1000 mètres cubes : on pourrait parfaitement admettre une installation de tubes, peints en noir, pour absorber mieux le rayonnement solaire, exposés sur 200 mètres carrés de pente ensoleillée, communiquant avec un grand réservoir de 3000 mètres cubes environ ; l’été, le soleil chaufferait l’eau de ces tubes et par thermosiphon celle du réservoir, qui par le même principe rendrait ensuite sa chaleur en hiver aux radiateurs de la maison. L’installation serait coûteuse, mais une fois montée, le chauffage serait perpétuellement gratuit et parfait.

Quant à la chaleur à haute température, que l’on peut obtenir avec un système optique de « concentration solaire », disons simplement qu’elle est plus difficile à réaliser mais que c’est précisément celle-ci qu’il faut produire pour transformer avec un rendement acceptable l’énergie thermique en énergie électrique.

Mais il existe encore d’autres moyens d’utiliser l’énergie solaire ; il serait, par exemple, de tout premier intérêt de transformer directement la lumière du soleil en énergie électrique, sans passer par le « stade chaleur ». L’application en grand des cellules photo-électriques (bien connues des photographes sous le nom de posomètre) peut fournir une puissance constante de 5000 kilowatts par kilomètre carré ; c’est dire que le rendement serait ici de 5 % par rapport à l’énergie solaire fournie, soit encore cinquante fois supérieur à celui obtenu par la combustion du bois dans l’exemple ci-dessus. Il y a donc aussi un avenir considérable dans cet ordre d’idée.

On pourrait enfin utiliser l’énergie solaire par des procédés photochimiques, imitant en cela la vie végétale. Imaginons de grands bassins remplis d’eau, contenant une petite quantité de substance « X ». Le tout absorberait l’acide carbonique de l’air et dégagerait de l’oxygène : sans que la substance « X » soit consommée par cette réaction, les rayons solaires, comme ils le font chez les plantes, provoqueraient alors la formation de sucre.

Cette substance « X » est malheureusement encore inconnue, mais elle peut cependant être découverte d’un jour à l’autre ; et dès ce moment, en admettant un rendement parfait, chaque mètre carré de terrain utilisé pourrait produire en un an 180 kg de sucre. (Ce dernier pourrait être utilisé soit comme aliment, soit comme combustible, après avoir été, par exemple, transformé en alcool à brûler.)

Et pour être complet, citons encore ici la prodigieuse quantité d’énergie, « solaire » aussi, disponible dans l’océan. Les expériences bien connues de G. Claude ont montré qu’elle est parfaitement utilisable ; malheureusement, il y a beaucoup de difﬁcultés techniques, dont aucune n’est insurmontable, hâtons-nous de le dire.

Ainsi, nous voyons que le soleil envoie sur la terre d’énormes quantités d’énergie, et qu’il ne tient qu’à l’homme d’en tirer parti ; et quelles que soient les difﬁcultés pratiques à surmonter, il ne fait aucun doute que ces sources de chaleur et de « travail » seront largement suffisantes à l’humanité dès qu’elle saura les utiliser.

## Imiter le soleil

C’est la physique d’Einstein qui est actuellement à la base de la théorie concernant l’origine de l’énergie solaire ; le soleil détruit de la matière et se chauffe alors de l’énergie que cette destruction lui procure ; or, la réaction principale — transmutation d’hydrogène en hélium — est parfaitement analogue à la réaction atomique de l’uranium — transmutation de l’U235 en krypton en baryum. La question qui vient tout naturellement à l’esprit est la suivante : arrivera-t-on à imiter le soleil et à détruire de l’hydrogène ?

Aucune prophétie ne peut naturellement être absolue dans ce domaine, mais il est bon de dire ici que tout porte à croire que la science franchira ce nouveau pas dans un avenir peut-être assez proche de nous. Et dès ce moment, les savants pouvant disposer, grâce à l’eau, d’autant d’hydrogène qu’ils le désireront, plus aucune pénurie d’énergie ne serait à craindre !

## Énergie atomique et électricité

Déjà les usines Hanford, à Pasco, dans l’État de Washington, travaillent avec une capacité thermique de 600 000 kW, au minimum ; en d’autres termes, avec la moitié de celle que produisent toutes nos centrales suisses réunies.

Il est regrettable que, sous l’influence des hostilités, la nouvelle conquête de l’homme ait conduit à la création de la bombe atomique. En réalité, l’énergie produite au laboratoire et dans les ateliers se laisse transformer, avec beaucoup moins de peine, en courant continu — contrairement à ce que pensaient autrefois les physiciens eux-mêmes — qu’en matière explosive.

L’intérêt dans la production d’énergie atomique est que celle-ci est des millions de fois plus grande que la force réalisée par le processus chimique, par exemple la consommation de la houille. Ainsi, un kilo de charbon, par la combustion d’acide carbonique, produit 9 kW/h, sous forme de chaleur. En revanche, un kilo d’uranium 235 en produit, dans le même but, 25 millions ! L’énergie obtenue avec d’autres corps est encore plus importante. Un kilo de lithium donne 60 millions de kW/h. Ce n’est pas tout! La réunion de quatre atomes d’hydrogène en un atome d’hélium atteint jusqu’à 180 millions de kW/h, par kilo. Donc, pour obtenir l’équivalent de 10 milliards de kW/h, que nous valent actuellement nos usines suisses, il suffirait d’employer 400 kilos d’uranium, 180 de lithium et 60 d’hydrogène. Par contre, il faudrait consommer 1 ¼ milliard de tonnes de charbon pour retrouver la chaleur équivalente !

La vitesse avec laquelle la science progresse doit conduire, dès aujourd’hui, à examiner la capacité de concurrence de la nouvelle source énergétique avec celle que suscitent nos cours d’eau. La première est encore assez chère actuellement. Ainsi, l’uranium seul, en tenant compte des manipulations chimiques nécessaires, produit un kilowatt-heure d’énergie électrique au prix de 1 centime. L’eau de nos fleuves revient bien meilleur marché. En outre, il faut encore constater que la Suisse ne possède aucun gisement d’uranium en quantité notable et, par conséquent, de valeur commerciale.

En quelle mesure l’énergie atomique, qu’éventuellement nous fournirait l’étranger, entrerait-elle en concurrence avec notre économie hydro-électrique ? Celle-ci serait-elle irrémédiablement distancée ? Le professeur Bruno Bauer répond négativement.

Celui qui dispose de la force de l’eau, dit-il, se trouve dans l’heureuse situation de pouvoir employer l’énergie atomique pour les buts qui lui conviennent le mieux, c’est-à-dire pour des entreprises à grande consommation thermique. On pourrait distribuer la chaleur à distance en remplaçant le combustible pour le chauffage des locaux. Le charbon trouverait un emploi trois fois plus rationnel, exactement, que lorsqu’on l’utilise pour la production de l’énergie électrique. Par ailleurs, la construction d’une usine thermique fonctionnant à l’énergie atomique offre moins de difficultés techniques que celle d’une usine du type actuel.

Une deuxième possibilité consisterait à édifier des centrales thermiques, dont la production électrique complèterait harmonieusement la production hydro-électrique.

Ce n’est qu’en troisième lieu qu’on pourrait prévoir la production exclusive d’électricité par la désintégration de la matière, s’il devait s’avérer que toutes les sources de forces hydrauliques sont épuisées. De toute façon, il conviendra, même à l’avenir, de réserver le premier rang à l’énergie hydraulique, ceci en se basant non seulement sur des considérations économiques, mais aussi politiques, pour ne pas dépendre entièrement de l’étranger. En résumé, les considérations sur l’énergie atomique conduisent à cette double conclusion : la première, favorable : que le combustible connaît aujourd’hui un rival ; la deuxième, qui l’est moins : que la production d’électricité thermique entre aussi en concurrence avec l’électricité hydraulique. Aussi, si nous voulons agir raisonnablement, il nous faut, dès maintenant, faire un choix judicieux des ouvrages hydrauliques nouveaux que nous entendons construire.