

L'exubérance énergétique d'Homo sapiens

Yves Cochet*

*Assemblée Nationale,
126 rue de l'Université
75355 Paris 07 SP, France

La matière, je sais ce que c'est. Je peux la voir, la toucher, la sentir, la goûter parfois, l'entendre même, quand elle vibre. La matière, c'est petit ou grand, léger ou pesant, parfumé ou puant, j'en ai une sensation directe. Mais l'énergie ? C'est plus abstrait si l'on considère ses différentes formes (chaleur, liaisons chimiques, mouvement...). Cela devient plus concret par l'examen de ses différentes sources primaires (bois, soleil, vent, charbon, pétrole, gaz...). Ces sources d'énergie, *Homo sapiens* les a utilisées depuis des millénaires pour subvenir à ses besoins, se répandre sur tous les continents, produire et consommer sans compter. Ces énergies ne sont pas issues de notre corps, elles lui sont extérieures, elles sont exosomatiques. Capturer une énergie extérieure et l'utiliser à son profit via une technologie appropriée a permis à *Homo sapiens* une formidable augmentation de sa puissance et de son impact sur le monde, ainsi que de sa démographie. Deux méthodes ont été et sont toujours utilisées par l'humanité dans cette augmentation.

La plus ancienne est spatiale et horizontale : elle consiste à prendre dans la biosphère des éléments énergétiques – bois, agriculture, traction animale – au détriment des autres espèces vivantes. Repousser les limites de cette prédation consiste alors à explorer et s'installer dans d'autres régions, d'autres continents de la Terre, pour exploiter plus de bois, cultiver plus de sols, soumettre plus d'animaux de trait. Il en fut exclusivement ainsi jusqu'au milieu du dix-huitième siècle, les énergies utilisées étant plus ou moins renouvelables (y compris l'esclavage !). Une seconde méthode, plus récente, est temporelle et verticale : c'est l'extraction des énergies fossiles, non renouvelables, qui permet à l'humanité de consommer en quelques décennies des fluides – charbon, pétrole, gaz – qui exigèrent des dizaines de millions d'années pour se constituer. Leur densité énergétique incomparable en fait les énergies reines d'aujourd'hui, contribuant pour plus de 80 % à la consommation énergétique mondiale.

Pour diminuer leurs coûts de production, les économies capitalistes n'ont cessé de substituer de l'énergie puissante et bon marché – des fossiles – à du travail humain, plus cher et moins productif. En 2005, l'appareil

industriel qui fournissait biens et services aux citoyens consommait environ 150 kWh par personne et par jour en France ou en Allemagne, 300 kWh aux Etats-Unis. L'énergie quotidienne absorbée par un travailleur étant estimée à environ 3 kWh, chaque Français ou Allemand disposait quotidiennement de 50 « esclaves énergétiques » pour son confort, tandis que l'Américain en avait 100. Ce mouvement de substitution de la puissance énergétique exosomatique – essentiellement d'origine fossile – à la puissance musculaire humaine n'est pas encore achevé dans les pays industrialisés, moins encore a fortiori dans les autres pays.

Les énergies fossiles sont puissantes

L'économiste Reynolds (1994) a essayé de comprendre pourquoi certaines sources d'énergie sont meilleures que d'autres, en les comparant selon certains critères qu'il nomme leurs grades. Le grade pondéral détermine la quantité d'énergie contenue dans un kilogramme d'une source. Ainsi, le pétrole a un grade pondéral de l'ordre de 20 000¹, le gaz naturel de 24 000, le charbon de 10 000, l'éthanol de 11 000, le bois sec de 8 000, et une batterie de voiture de 100. On comprend mieux pourquoi les voitures électriques se diffusent peu : le grade pondéral mesurant la performance énergétique et les voitures transportant leur propre carburant, plus leur carburant sera léger mais puissant, moins il faudra d'énergie pour le transporter. Le pétrole étant 200 fois plus léger qu'une batterie, à contenu énergétique égal, il n'est pas étonnant qu'il ait supplanté l'électricité pour mouvoir les voitures.

Le grade volumique détermine la quantité d'énergie contenue dans un mètre cube d'une source (à pression et température ordinaires). Le pétrole a un grade volumique de 1 000 000 (un million), tandis que le gaz naturel n'en a que 1 000, le charbon 700 000, l'éthanol 550 000, et le bois sec 250 000. Dans le domaine automobile encore, le gaz naturel doit être fortement comprimé si l'on veut que son réservoir ne soit pas plus volumineux que celui de l'essence. En outre, pour le transporter jusqu'en Europe, il faut aussi le compresser et le refroidir, ce qui augmente son prix, comparé à celui du pétrole. Le grade surfacique détermine la quantité d'énergie par surface de la source d'énergie dans son état initial, disons par hectare. Le pétrole, le gaz naturel et le charbon possèdent des grades surfaciques variables selon les lieux d'extraction, autour de 100 milliards en moyenne. Le bois sec environ 2 milliards, l'éthanol – distillé à partir de céréales – environ 5 millions par année. L'énergie solaire entre 2 et 8 millions par heure diurne. On voit que, à quantité d'énergie égale, les sources d'énergie dispersées, notamment le solaire, exigent beaucoup plus de surface, donc des coûts de captation beaucoup plus élevés, que les énergies concentrées telles que les fossiles.

¹ Nous indiquerons des chiffres sans unités pour ne pas compliquer l'exposé. Dans notre raisonnement, seule compte la comparaison entre sources d'énergie, ce que permettent des chiffres sans unités.

Enfin, le pétrole est liquide, ce qui rend sa manipulation plus facile que le gaz gazeux (sic!), le charbon et le bois solides, et le solaire comme flux (méditons cette sentence: un flux, on ne peut le toucher, le peser ou l'enfermer dans un réservoir). Le pétrole, ce merveilleux mélange d'atomes d'hydrogène et de carbone, cet infect fluide polluant et puant, est la première source d'énergie selon les différents grades. C'est par conséquent la plus consommée dans le monde (près de 40 % de la consommation) devant le charbon et le gaz (plus de 20 % chacun), puis l'hydroélectricité, le nucléaire et le bois (quelques % chacun), et les renouvelables (moins de 1 % pour le solaire + l'éolien + le biogaz + le marémoteur + la houle + la géothermie...).

Les énergies fossiles sont bon marché

Matt Simmons est PDG d'une grande banque d'investissement pétrolier à Houston (Texas). Il raconte souvent l'histoire suivante: six personnes sont dans une voiture qui tombe en panne sèche à trois kilomètres de l'hôtel. Il ne manquait qu'une tasse à thé supplémentaire d'essence dans le réservoir pour parvenir à l'hôtel, soit environ 30 centimes d'euros pour un litre d'essence à 1,50 euros. Arrive un vieux paysan sur son attelage tiré par un âne. Le chauffeur de la voiture lui demande s'il peut embarquer les six passagers pour effectuer les trois kilomètres, pour 30 centimes. Le paysan lui rie au nez et lui propose 10 euros pour la course, ce qu'acceptent les six naufragés de la route. Matt Simmons conclut que le pétrole est une matière première si précieuse que nous aurions du la payer 10 euros la tasse (50 euros le litre!) depuis longtemps.

À plus de 100 dollars le baril, le pétrole – comme le gaz naturel et le charbon – est encore très bon marché. C'est pourquoi le transport des personnes et des marchandises, qui dépend du pétrole à plus de 95 %, est lui-même très bon marché. Vous relativiserez votre réaction d'aujourd'hui lorsque le prix du litre de Super sera à 5 euros, dans quelques années. Ce bas prix du pétrole – et de toutes les énergies – est le facteur principal de la mondialisation commerciale, c'est-à-dire des échanges de matières et de produits entre tous les continents de la planète. Avec le déclin imminent de la production mondiale de pétrole, et la hausse subséquente des prix de l'énergie, la mondialisation va se démondialiser, les échanges se réduire, l'économie se relocaliser. Immense changement dans nos modes de vie.

L'équipée du ketchup suédois offre, parmi tant d'autres, un dernier exemple symptomatique de l'exubérance énergétique favorisée par les bas prix de l'énergie: tout d'abord, une production d'intrants agricoles en provenance de divers pays européens pour la culture de la tomate et sa transformation en purée en Italie; ensuite, la préparation et le conditionnement de la purée de tomate et autres ingrédients en Suède; enfin, la distribution et le stockage final du ketchup dans les familles suédoises. Les sacs aseptiques

utilisés pour contenir la purée de tomate furent manufacturés aux Pays-Bas puis transportés en Italie pour y être remplis, rangés dans des conteneurs d'acier, et envoyés en Suède. Les célèbres bouteilles rouges furent fabriquées en Grande-Bretagne ou en Suède à partir de matériaux en provenance du Japon, de l'Italie, de la Belgique, des Etats-Unis et du Danemark. Le bouchon en polypropylène de la bouteille fut fabriqué au Danemark et transporté en Suède. Enfin, un film de polyéthylène et du carton ondulé furent utilisés pour distribuer le produit final. L'arrivée du ketchup sur la table suédoise est ainsi passée par plus de cinquante deux étapes de transformations et de transports. Encore a-t-on négligé, dans l'analyse de son cycle, la fabrication de l'étiquette, de la colle et de l'encre.

Les énergies fossiles sont énergétiquement rentables

Pour qu'une forme de pétrole soit utilisable à un moment donné et en un point donné - par exemple à la station service du quartier pour faire le plein de SP 95 avant de partir en week-end – il faut dépenser de l'énergie en amont pour rechercher et extraire le pétrole brut initial, puis pour le transporter, le raffiner et le distribuer jusqu'à son point d'utilisation. Il est naturel d'estimer le rapport entre la quantité d'énergie récupérée et celle investie pour y parvenir. Si ce rapport devait être inférieur à 1, c'est-à-dire s'il fallait dépenser plus d'énergie en amont que celle finalement disponible en aval pour un usage en un lieu donné, mieux vaudrait renoncer à cette filière énergétique. On nomme « énergie nette » le résultat de cette analyse du cycle de vie de l'énergie, qui n'est pas seulement lié au type d'énergie mais aussi à l'efficacité des technologies mises en œuvre pour extraire, transformer et transporter une énergie primaire en une énergie disponible située en un autre lieu. L'énergie nette est bien ce qui compte finalement, tout comme le salaire « net » est celui que nous rapportons à la maison, c'est-à-dire le salaire brut moins les taxes et cotisations. Il ne viendrait à personne l'idée de travailler à perte, c'est-à-dire pour un salaire net négatif! Il en est de même dans le domaine de l'énergie: mieux vaut abandonner l'exploitation d'une énergie primaire dont la transformation en énergie finale utile en un lieu donné consommerait plus d'énergie que ce qu'elle délivrerait finalement.

Avant l'invention de la machine à vapeur, qui multiplia énormément la puissance mécanique disponible pour effectuer un travail, aucune énergie primaire autre qu'humaine ou animale n'était utilisée pour extraire encore plus d'énergie. Les bateaux à voile (énergie éolienne) étaient utilisés pour transporter le bois des arbres, non pour les abattre. Les machines à vapeur qui furent utilisées pour extraire plus efficacement le charbon, étaient elles-mêmes chauffées au charbon. Dans le calcul de l'énergie nette du charbon livré à Londres pour chauffer les maisons, il faut donc inclure la perte de charbon brûlé pour actionner les machines dans les bassins

miniers anglais. Cette perte est à peu près proportionnelle à la profondeur de la mine. Ce type de technologie utilisait aussi des rouages métal sur métal qu'il fallait lubrifier. L'huile de baleine convenait, à cet usage comme à celui de l'éclairage, jusqu'à ce que les baleines se raréfient par chasse excessive de l'animal. Alors vint le pétrole, qui sauva les dernières baleines de l'extinction, et surtout permit la lubrification permanente et intense des machines métalliques minières et industrielles, ainsi que l'éclairage par le pétrole « lampant ». Enfin, le pétrole devint aussi le carburant des moteurs de toutes sortes, notamment des différentes machineries destinées à extraire, transporter, raffiner et distribuer le pétrole. Il faut donc déduire de l'usage énergétique des produits pétroliers la quantité de pétrole et autres énergies nécessaires à la disponibilité de ce pétrole final à un moment donné, en un lieu donné. L'énergie nette ainsi calculée dépend donc aussi de l'histoire et de la géographie.

Pour que l'usage du pétrole ne se fasse pas à perte, l'énergie dépensée pour l'obtenir doit être inférieure à celle qu'il contient, c'est-à-dire que son énergie nette doit être supérieure à 1. La même loi peut être appliquée à toutes les énergies. Ainsi, pour des produits pétroliers utilisés aujourd'hui en Europe, l'énergie nette du pétrole est de l'ordre de 15 pour 1 (autrement dit, il faut un litre de pétrole en amont pour apporter quinze litres d'essence dans le réservoir de votre voiture), même chiffre pour le charbon et le nucléaire, tandis que l'énergie nette du gaz naturel est environ de 10 pour 1, du bois de feu (d'origine locale) de 25 pour 1, de l'hydroélectricité de plus de 100 pour 1, de l'énergie éolienne de 18 pour 1 et du solaire photovoltaïque de 7 pour 1. Quant aux agrocarburants – et non « biocarburants », car ils sont tout sauf bio ! – le diester arrive péniblement à 2 pour 1, et l'éthanol entre 1,5 et 0,8 pour 1. Il est probable que l'énergie nette des fossiles baisse avec le temps, vu la raréfaction de la ressource elle-même. L'éolien, le photovoltaïque, le nucléaire, ont de bons potentiels, mais leurs coûts financiers restent toujours élevés (le nucléaire est dangereux, nous n'en voulons pas). Les agrocarburants enfin, censés remplacer partiellement le pétrole, doivent être abandonnés au plus vite.

Bibliographie

- REYNOLDS DOUGLAS B., 1994. Energy Grades and Economic Growth. In *Journal of Energy and Development*, Spring, Volume 19, Number 2, pp. 245-264.
- ANDERSSON Karin, OHLSSON Thomas, OLSSON Pär, 1998. Screening life cycle assessment (LCA) of tomato ketchup: a case study. In *Journal of Cleaner Production*, 6, Elsevier, pp. 277–288.