

est-ce bien le cas ? L'observation historique des systèmes techniques et des flux de matières montre que rien n'est moins sûr.

Pour étudier l'histoire matérielle, on dispose de travaux issus de l'école viennoise de l'analyse des flux de matière. Cette approche très dynamique depuis les années 1990 consiste à utiliser les statistiques douanières, minérales et agricoles pour établir les quantités de minéraux extraits du sous-sol, la biomasse récoltée, les importations et les exportations comptabilisées en poids.

LES MATIÈRES PREMIÈRES NE SONT JAMAIS OBSOLES

Entre 1900 et 2015, le poids total des matières premières consommées par l'économie mondiale a été multiplié par 12 (voir la figure page ci-contre). Depuis la Seconde Guerre mondiale, malgré les efforts des industriels pour limiter les pertes et utiliser plus efficacement les matières produites, et malgré la prolifération des produits de synthèse (plastiques, etc.), aucune grande matière première n'a décliné hormis la laine de mouton, qui recule face aux fibres synthétiques, ce qui n'est d'ailleurs pas une bonne nouvelle pour l'environnement. Entre 1960 et 2010, sur les 69 principales matières premières, seules 6 ont vu leur consommation mondiale décroître. Et pour 5 d'entre elles (amiante, mercure, béryllium, tellure et thallium), cette décroissance était due à leur toxicité et à des interdictions nationales.

De fait, depuis un siècle, croissance et innovation n'ont encore jamais produit de substitution à l'échelle globale. L'éventail des matières premières utilisées s'est élargi et chacune est consommée en quantités croissantes. On assiste même depuis 2002 à une nouvelle accélération de la consommation matérielle mondiale, bien plus forte que la fameuse « grande accélération » des années 1950 : entre 2002 et 2015, cette consommation a cru de 53% et

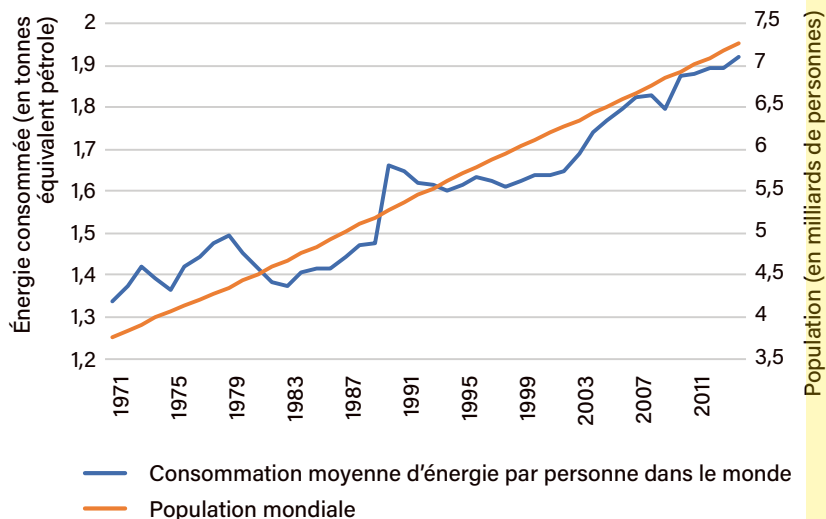
on a extrait 1000 gigatonnes de matières du sol, soit un tiers de tout ce qui avait été extrait depuis 1900.

Le plus frappant dans l'histoire matérielle est sa dimension strictement cumulative : les matières premières ne deviennent jamais obsolètes. Prenons l'exemple de la construction, qui pèse très lourd dans la masse des matières consommées. Les constructions dans lesquelles vit l'humanité sont récentes. Aux États-Unis, 90% des habitations ont été bâties après 1945 et l'ancien continent est presque aussi neuf puisque 8 logements sur 10 datent d'après-guerre. La proportion est encore plus forte dans les pays pauvres ou anciennement pauvres : en Chine, la quasi-totalité des logements a moins de cinquante ans. Ce monde bâti à neuf repose sur une matière clé : le béton, dont la consommation est passée de 0,5 à 20 gigatonnes par an entre 1945 et aujourd'hui. Mais il s'appuie aussi sur des matières « anciennes » : les quantités utilisées de tous les matériaux de construction, y compris les briques et le bois, croissent dans la même période.

Prenons encore le cas de l'énergie, évidemment crucial pour le climat. Là encore, l'histoire est celle d'additions et non de transitions. La grande époque du charbon n'est pas le XIX^e siècle, mais la nôtre. Et malgré les annonces de pic du pétrole, la consommation de l'or noir n'a fait pour l'instant que croître. Celle de biomasse (bois, matières agricoles) a quant à elle doublé entre 1900 et 2000, passant de 13% de toute la biomasse produite consommée par les humains en 1910 à 25% en 2005. Les guerres, les crises économiques ou les pandémies ne font en général qu'une petite encoche dans une courbe de consommation matérielle globale toujours ascendante depuis au moins un siècle.

Comment expliquer ce phénomène fondamental ? Outre les interprétations classiques ayant trait à la croissance de la population et de l'économie (voir la figure ci-contre), cinq phénomènes importants caractérisent la dynamique d'accumulation matérielle de l'humanité. Premièrement, l'ancien persiste, en particulier dans les pays pauvres. Le bois, par exemple, reste la première source d'énergie « renouvelable » dans le monde pauvre : 3 milliards de personnes, qui sont aussi les principales victimes de la pollution atmosphérique, brûlent du bois pour leur cuisine et leur chauffage. L'urbanisation en Afrique n'a pas conduit à une disparition du bois-énergie, mais à une substitution du bois vers le charbon de bois, dont la consommation a été multipliée par 6 entre 1960 et 2010. Le bois-énergie garde aussi une place importante dans certains pays riches. Ainsi, la centrale électrique de Drax, non loin de Leeds, en Angleterre, consomme 8,5 millions de tonnes de bois par an provenant de

La population mondiale croît régulièrement depuis 1960 et a presque doublé entre 1971 et 2014 (en orange). Mais la consommation moyenne d'énergie par personne dans le monde augmente aussi considérablement (en bleu). Elle a été multipliée par 1,4 entre 1971 et 2014.



diverses régions du monde, dont 7 millions importées d'Amérique du Nord, soit plus de deux fois ce que la Grande-Bretagne brûlait au XVIII^e siècle.

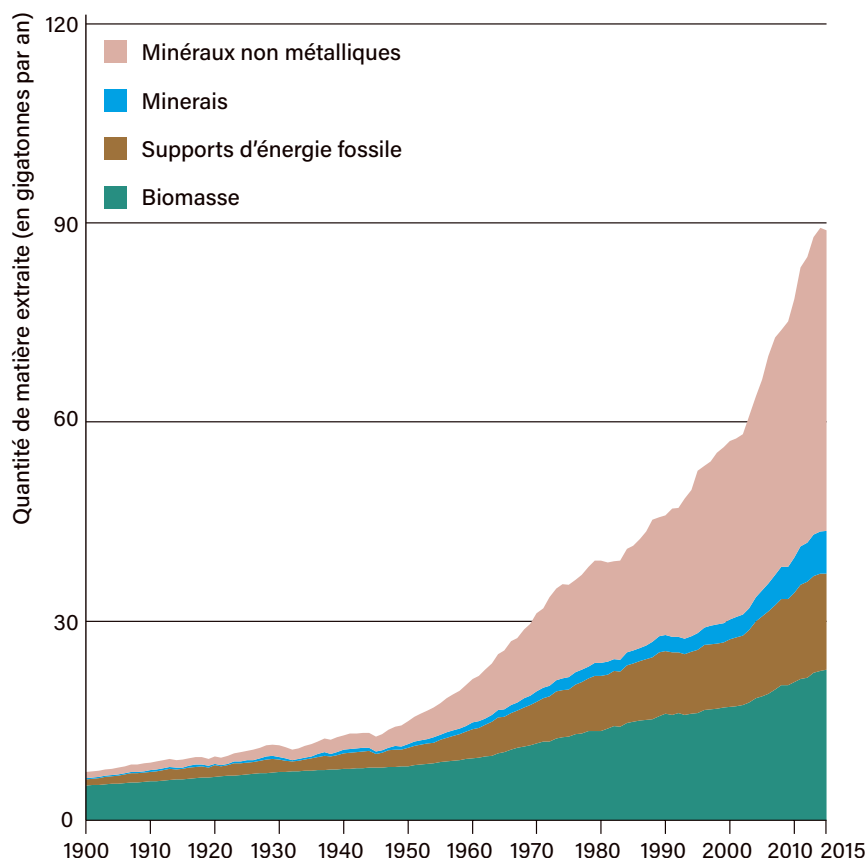
UNE ACCUMULATION DE SOURCES D'ÉNERGIE

À cela s'ajoute un deuxième phénomène, celui des « symbioses » entre sources énergétiques. Par exemple, contrairement aux récits trop simples de la révolution industrielle comme une transition du bois vers le charbon, la consommation de bois n'a fait que croître au XIX^e siècle. Celle de l'Angleterre, championne du charbon, a été multipliée par 6 entre 1830 et 1930. De manière assez étonnante, au début du XX^e siècle, l'Angleterre consommait davantage de bois pour soutenir les galeries des mines de charbon qu'elle n'en brûlait un siècle auparavant. Ce phénomène est notable dans tous les grands pays industriels. La Russie, dans les années 1960, consommait 23 millions de mètres cubes de poteaux de bois pour ses mines, soit davantage que toute la production forestière française au début du XX^e siècle. Les sources d'énergie « nouvelles » prennent un temps considérable pour s'affranchir des énergies anciennes qui les ont vu naître et n'y parviennent jamais complètement.

Par ailleurs, il faut aussi prendre en compte les réorientations d'usage qui surcompensent les dynamiques partielles de substitutions. Par exemple, si au XIX^e siècle l'usage du bois de feu a reculé dans les pays industriels face au charbon, le bois est venu nourrir d'autres industries comme le papier, la construction, les traverses de chemin de fer, les tonneaux, les caisses, puis les palettes, etc.

Un quatrième phénomène contribue à l'accumulation de matières : les nouvelles matières premières alimentent de nouveaux usages davantage qu'elles ne servent à satisfaire des besoins anciens. Ainsi, au XX^e siècle, le pétrole ne s'est pas substitué au charbon, ou seulement à la marge. Il a avant tout servi à faire avancer des voitures dont la production nécessitait à son tour beaucoup de charbon (de l'ordre de 7 tonnes par automobile dans les années 1930) et, par voie de conséquence, beaucoup de bois de mine... Sans compter le béton, qui domine de loin la construction des routes – y compris celles recouvertes de bitume – et dont la production aussi a consommé beaucoup de charbon au XX^e siècle.

Enfin, les nouvelles techniques relancent les matières « anciennes ». Cela vaut pour les chemins de fer, qui ont massivement utilisé le bois, cela vaut aussi pour l'électricité, la grande innovation énergétique du XX^e siècle, qui a longtemps renforcé la centralité économique du charbon. À partir des années 1970, on assiste à une croissance très importante de la



production d'électricité à partir de charbon en Chine, bien sûr, mais aussi dans des pays parmi les plus riches du monde. C'est en 2008 que la consommation de charbon des États-Unis a atteint son maximum historique. Le charbon est ainsi tout autant l'énergie de la « révolution internet » du début du XXI^e siècle (un réseau supplémentaire d'électrons) que celle de la mal nommée « révolution industrielle » du XIX^e siècle. Pour le moment, le nucléaire et les renouvelables n'ont pas réussi à faire diminuer les fossiles dans le mix énergétique mondial, qui demeure fondamentalement carboné, les fossiles comptant encore pour environ 80% de l'énergie primaire globale.

L'anthropocène désigne donc une double irréversibilité, une double accumulation. Non seulement les flux de matières s'accumulent durablement dans les différents compartiments du système Terre, mais les techniques qui produisent ces flux de matières, elles aussi, s'accumulent au cours du temps. Ainsi, tout comme le terme « crise environnementale » nous induit en erreur sur la temporalité du système Terre, les notions d'« innovation » et de « transition » sont inadéquates pour décrire l'évolution matérielle de l'humanité. Et, par conséquent, les défis auxquels nous faisons face à l'époque de l'anthropocène. Le plus grand d'entre eux sera sans doute de sortir de cette spirale matérielle d'horizon très limité. ■

L'analyse des quantités de matières extraites dans le monde depuis 1900 montre que la consommation de chacune s'accroît depuis les années 1950.

BIBLIOGRAPHIE

J.-B. Fressoz, **Pour une histoire des symbioses énergétiques et matérielles**, *Annales des Mines – Responsabilité et environnement*, 2021.

F. Krausmann et al., **From resource extraction to outflows of wastes and emissions : The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900-2015**, *Global environmental change*, 2018.

C. L. Magee et al., **A simple extension of dematerialization theory : Incorporation of technical progress and the rebound effect**, *Technol. Forecast. Soc. Change*, 2017.