



Vers un nouveau système énergétique ?

Paul Naegel

► To cite this version:

| Paul Naegel. Vers un nouveau système énergétique ?. 2015. hal-01150838

HAL Id: hal-01150838

<https://hal.science/hal-01150838>

Preprint submitted on 12 May 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Vers un nouveau système énergétique ?

par

Paul Naegel.

Résumé

Au moment où on peut penser que quelques avancées résulteront de la 21^e conférence internationale sur les *changements climatiques*, dite COP21, laquelle se tiendra à Paris en décembre 2015, il n'est peut-être pas sans intérêt de revisiter à tout le moins l'histoire de la *première révolution industrielle* survenue en Angleterre. Les historiens, pour la plupart, datent celle-ci du milieu du XVIII^e siècle, vers 1750 ou 1760, Ils associent à ce phénomène le développement de la machine à vapeur, ayant permis la mécanisation massive de nombreuses activités. Peu d'historiens, cependant, se sont intéressés spécifiquement à la substitution, en tant que combustible, du bois par le charbon. Cela a conduit à un nouveau système énergétique, changement qualifiée souvent de *transition énergétique*.

Celle-ci a commencée vers le milieu du XIII^e siècle en Angleterre, et a duré au moins cinq siècles, et un peu plus sur le Continent. En fait, le chemin emprunté lors de cette première *bifurcation* l'est encore de nos jours, puisque d'autres *sources extractives d'énergie* se sont ajoutées au charbon (dans l'ordre chronologique : pétrole, gaz, uranium, gaz de schiste).

L'Histoire, on le dit, ne se répète pas. Mais comment savoir où aller si on ne sait pas d'où l'on vient ? Que peut nous apprendre pour l'avenir ce qui s'est produit il y a près de cinq siècles lors de la bifurcation, avec le charbon, vers les sources extractives d'énergie ?

Abstract

At the time where one can think that some progress will result from the 21st International conference on climate change, known as COP21, which will be held in Paris in December 2015, it is perhaps not without interest to revisit at least the story of the first industrial revolution in England. Historians, for the most part, date it from the middle of the 18th century, around 1750 or 1760. They associate, with this phenomenon, the development of the steam engine, which enabled the massive mechanization of many activities. Few historians, however, were interested specifically in substitution, as fuel, coal instead of wood. This has led to a new energy system, change often qualified as *energy transition*.

This started around the middle of the 13th century in England, and lasted at least five centuries, and a little more on the Continent. In fact, the path taken during this first fork is still used, even if other extractive sources of energy were added to coal (in chronological order: oil, gas, uranium, shale gas).

History, they say, does not repeat itself. But how do we know where to go if we don't know where we come from? What can teach us for the future what has happened nearly five centuries, at the junction between the use of wood and coal, which opened de path to intensive use of extractive energy sources?

Introduction

Expressions et définitions

Nous commencerons par expliquer et définir des expressions telles que : *système énergétique, changement climatique, première révolution industrielle, transition énergétique, sources extractives d'énergie, énergies renouvelables*.

L'expression **système énergétique** est largement utilisée dans la réédition de l'ouvrage, paru en 1986, de Jean-Claude DEBEIR, Jean-Paul DELÉAGE et Daniel HÉMERY¹. Ils en font un concept qui est assez nettement inspiré de celui de *système technique* dû à Bertrand GILLE². DEBEIR et all. donnent à leur concept la définition suivante : « *Dans un sens (plus) restreint³, nous avons étudié (ici) les systèmes énergétiques, c'est-à-dire des ensembles cohérents de convertisseurs dans lesquels on peut suivre les cheminements des flux énergétiques depuis les ressources jusqu'aux utilisations finales.* »

L'expression : **changements climatiques** est une version plus modérée de celle mise en avant précédemment sous le nom de *réchauffement climatique*. Elle permet de prendre en compte des données locales qui ne vont pas toutes dans le sens d'un réchauffement.

Il y a seulement quelques années, un grand nombre de scientifiques étaient sceptiques quant à la possibilité d'un *réchauffement* de l'atmosphère pour cause d'effet de serre, dû à l'émission excessive de gaz carbonique provenant des combustibles d'origine extractive (essentiellement le charbon, le pétrole et le gaz). Et cela parce que certaines observations faisaient état, localement, d'un refroidissement. La controverse avec les *climato sceptiques* et le *climato catastrophistes* allait bon train, jusqu'à ce qu'au niveau mondial, il advint un consensus minimal sur le fait que les activités humaines, et donc, parmi elles, l'usage de combustibles d'origine extractive, pouvaient être rendues responsables, entre autres, de la fonte des glaciers. La fonte progressive et sans doute irréversible de la couche de glace couvrant le Groenland est telle que celui-ci, allégé, émerge et met à découvert des *plages* jusqu'ici inaccessibles, qui intéressent déjà les prospecteurs de minerais divers.

¹ DEBEIR J.-C., DELÉAGE J.-P., HÉMERY D., *Une histoire de l'énergie, Les servitudes de la puissance*, Paris, Flammarion, 2013, 591p. Cet ouvrage nous a été, pour étude, aimablement prêté par Anaël Marrec, doctorante au Centre François Viète, Université de Nantes.

² Voir à ce sujet : GILLE B. (éd.), *Histoire des techniques, Technique et Civilisation - Technique et Sciences*, Paris, Gallimard, 1978, 1643 p. ; GILLE B., « La Notion de système technique, essai d'épistémologie technique », *Technique et culture*, Nr.1 - 1979, pp. 8-18

³ Par rapport au sens plus général du concept de *système* en tant qu'*ensemble cohérent d'éléments en interaction*, concept introduit par Ludwig von Bertalanffy, dans sa *Théorie générale des systèmes*, Paris, Dunod, 1982.

On changea donc les *éléments de langage*, et on remplaça le *réchauffement climatique* par le *changement climatique*, expression plus neutre, car laissant la porte ouverte à une possible période glaciaire qui serait à venir. Pour éviter que les esprits ne s'enflamment à propos des *énergies d'origine extractive polluantes*, dont il conviendrait selon certains de réduire l'usage au plus vite, on trouva également un euphémisme adéquat, avec l'expression *transition énergétique*. Ce qui avait pour avantage de renvoyer provisoirement certaines urgences dans le long terme. Encore plus neutre est l'expression : *dérèglement climatique*⁴, qui est tellement ambiguë qu'elle n'engage plus à rien.

L'expression *changements climatiques*, du fait de la mise au pluriel des mots, laisse le débat ouvert quant à des variantes possibles, dans le futur, voire dans le passé, du climat sur la Terre.

Il peut paraître superflu de définir l'expression ***première révolution industrielle***, tant elle est présente dans tous les ouvrages, pour le moins des historiens des techniques. Un consensus s'est établi sur le lieu où s'est produit cet événement : l'Angleterre ; il est moins net pour la période, même si là encore celle de 1750-1760 est généralement admise. Mais le débat est selon nous loin d'être clos. En effet, ce changement majeur qui prend la suite de la *proto-industrialisation*, a pris du temps, et a manifestement commencé avant 1750.

Les articles, séminaires et colloques dans lesquels figure l'expression ***transition énergétique*** ne se comptent plus.

Or l'expression *transition énergétique* n'a aucun statut épistémologique, et pas même une définition un tant soit peu rigoureuse. Et quelle est la définition du mot *transition* ? Le terme est polysémique, et peut désigner, par exemple, *une transformation lente et progressive*, mais aussi *ce qui n'est pas l'état normal mais constitue un état intermédiaire entre un état et un autre*⁵. En recherchant, dans le même dictionnaire⁶, les synonymes du mot *transition*, on obtient une liste impressionnante de termes qui sont loin de clarifier le problème. Ainsi des mots comme *modification*, *transformation*, *évolution*, *alternance*, *fluctuation*, *renouvellement*, *rénovation*, etc., ne font qu'ajouter à la confusion. Il serait probablement plus explicite d'employer le terme *mutation* plutôt que *transition* lorsqu'il est question de remplacer un système énergétique par un autre.

Au début de notre XXI^e siècle, le discours sur une *transition énergétique* a quasiment pris le statut d'un dogme, d'une incantation religieusement répétée, tant il est invoqué à tout propos. Et cela parce que les sources extractives d'énergie, utilisées sans modération à partir de la première révolution industrielle, provoquent des effets néfastes, annoncés en particulier par les climatologues. Ces effets sont encore peu visibles, et donc sujets à controverses. Cependant, selon les experts, l'humanité ne disposera pas, cette fois, de plusieurs siècles pour réussir une nouvelle *transition énergétique*, avec l'abandon définitif des sources extractives d'énergie. La *bifurcation* précédant cette transition a certes déjà eu lieu, avec l'apparition d'un certain nombre de sources non extractives d'énergie, mais on reste loin des objectifs quantitatifs qui ont été annoncés comme cruciaux il y a déjà quelques décennies.

⁴ Employée par un élu européen du mouvement Écologie-Les Verts le 8 mai 2015 pendant une émission de *Téléphantos*.

⁵ <http://dictionnaire.reverso.net/francais-definition/transition>, site accédé le 19 février 2015

⁶ Ibid.

Nous avons créé l'expression : **sources extractives d'énergie** pour signifier qu'il s'agit de *prélèvements sans remplacement* de sources d'énergie. L'expression *énergies fossiles*, souvent employée, laisse malencontreusement de côté l'uranium, qui est un minéral d'origine géologique. Quant à la géothermie, son utilisation ne conduit pas à un prélèvement, non remplacé, de matière dans notre planète. Le concept de sources extractives d'énergie peut aisément couvrir ce qui se fait déjà avec l'hydroélectricité, les éoliennes et la captation d'énergie provenant du soleil.

Terminons par l'expression : **énergies renouvelables**. Elle fait désormais partie des *éléments de langage* pour parler de manière supposée *écologiquement* correcte de la dite transition. Mais l'expression *énergies renouvelables* pollue le débat. Le philosophe grec Héraclite (vers 544 B.C. – vers 480 B.C.) aurait affirmé *qu'on ne se baigne jamais deux fois dans le même fleuve*. Beaucoup plus tard, et en vertu du second principe de la thermodynamique, nous avons appris *qu'on ne se sert jamais deux fois de la même énergie*, puisque son entropie ne peut qu'augmenter et qu'elle n'est donc pas réutilisable.

Objectif et hypothèse de cette étude

Notre propos dans cette étude n'est pas de proposer une nouvelle et surnuméraire histoire de la *première révolution industrielle*, commencée en Angleterre, mais de revisiter les conditions de son émergence, à partir de la proto-industrie. A cet égard, il faut remonter à tout le moins au milieu du XVI^e siècle, voire plus tôt, et suivre pas à pas l'utilisation, d'abord lente, puis accélérée, du charbon comme combustible, à la place du bois, et de son dérivé, le charbon de bois. A partir de la fin du XVIII^e siècle, le charbon avait supplanté, en tout cas en Angleterre, les autres sources non extractives d'énergie en tant que *combustible universel*, et la *messe était dite*.

Nous faisons également l'hypothèse que les résistances à l'introduction du charbon, qui se sont manifestées en Angleterre entre 1550 et 1700, peuvent nous éclairer quant à celles qui freineront probablement, au XXI^e, l'abandon des sources extractives d'énergie.

Bifurcation et transition pour cause de crise énergétique ?

Il est assez évident qu'une *transition* prend généralement naissance après une *bifurcation*. Si on recherche une définition du mot *bifurcation*, on trouve : *division en deux branches*, ou encore *point où une voie de communication se divise en deux autres voies*⁷. Le préfixe *bi* indique bien qu'il est question de *deux possibilités*. Nous pourrions nous référer également à une théorie mathématique des bifurcations, qui s'intéresse à l'étude de certains aspects des systèmes dynamiques. On relève dans cette approche qu'une bifurcation intervient lorsqu'un petit changement d'un paramètre physique produit un changement majeur dans l'organisation du système. Les bifurcations, dans l'approche mathématique, font partie de la théorie dite *des catastrophes*⁸. Sans solliciter outre mesure la métaphore, on admettra que l'activité

⁷ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/bifurcation/9208>, accédé le 11 mars 2015

⁸ Voir à ce sujet : THOM R., *Modèles mathématiques de la morphogenèse, Recueil de textes sur la théorie des catastrophes et ses applications*, Paris, Union générale d'éditions, 1974, 319p.

humaine, notamment dans sa dimension économique, peut être considérée comme un *système*, que celui-ci est peu ou prou *organisé*, et que des *petits changements* peuvent s'y produire dans ce y qui tient lieu de *paramètres*. En l'espèce, par exemple, des décisions d'entrepreneurs.

Il s'agit donc, pour un historien, de pouvoir situer autant que faire se peut, le moment de la bifurcation, et, partant, de décrire le début de la *transition* qui en résulte. Tout en observant que les voies ouvertes au choix lors de la bifurcation ont pu être empruntées simultanément pendant un temps plus ou moins long. C'est-à-dire précisément tant que la transition ouverte n'est pas complètement achevée.

Une *bifurcation* se présente généralement à l'occasion d'une *crise*. C'est d'une *crise énergétique* qu'il s'agit ici. Bien qu'encore sujets à controverses, un petit nombre d'historiens a fait état d'une *pénurie de bois* ('timber crisis') pour expliquer le recours précoce au charbon en Angleterre⁹. Leurs explications ont été contestées plus tard, sur la base de nouvelles sources et d'analyses économétriques¹⁰. Les critiques qui ont été faites notamment à Nef (1932) par Allen (2009) reposent en partie sur celles, antérieures, de Hatcher (1993). Ces controverses, que nous avons étudiées en détail, n'apportent finalement rien à notre propre thèse, qui porte sur la substitution précoce, en Angleterre, du bois par le charbon. Et cela qu'il y ait eu ou non une *crise du bois*. Il est incontestable qu'il y a eu, bien avant la période considérée comme *classique* pour la *première révolution industrielle anglaise*, un changement de paradigme majeur concernant la nature du combustible utilisé, tant pour les activités artisanales et proto-industrielles que pour le chauffage domestique.

Actuellement, à travers le monde, il n'y a pas encore de crise due à une *pénurie physique* de sources extractives d'énergie classiques, souvent qualifiées de *conventionnelles*¹¹. Mais la crise qui se prépare – sauf pour les climato sceptiques et les chantres de la technoscience innovante – n'est *pas une crise du peu, mais du trop*. Trop de gaz à effet de serre produits par les combustibles extractifs à base de carbone, trop de pollution à long terme par les déchets de l'industrie nucléaire, dont on ne sait que faire pour des millénaires.

Anciennes consommations de charbon

Venons-en au charbon, considéré, dans l'ordre chronologique, comme premier responsable de l'effet de serre. Rappelons qu'on appelle généralement *combustibles fossiles* ceux riches en carbone. Le charbon proprement dit est l'un d'eux. C'est une roche sédimentaire formée à partir de la dégradation partielle de la matière organique des végétaux. La formation des plus importants gisements de charbon commença au Carbonifère, période géologique qui eut lieu entre 360 et 295

⁹ Voir à ce sujet : NEF J.U., *The Rise of the British Coal Industry*, 2 vol., London, George Routledge & Sons Ltd., 1932, 938p ; HATCHER J., *The history of the British coal industry., Volume I, Before 1700 : towards the age of coal*, Oxford, Clarendon press, 1993, 624p ; NEF J.U., "An Early Energy Crisis and Its Consequences", *Scientific American*, Nov. 77, pp.140-150

¹⁰ Voir à ce sujet : ALLEN R.C., *The British Industrial Revolution in Global Perspective*, Cambridge, Cambridge University Press, 2009, 331p.

¹¹ Bien entendu, les spéculations sur les prix du pétrole et du gaz ont généré des crises, dont la première en 1973. L'exploitation déjà importante, notamment aux U.S.A., des *gaz de schiste*, crée de nouvelles spéculations financières autour des sources d'énergie.

millions d'années avant notre ère¹². Autrement dit, il n'y a plus eu de production de charbon depuis près de 300 millions d'années. Il existe de nombreuses variétés de charbon, avec des taux de carbone allant en croissant, de la tourbe à l'anhracite. Nous n'entrerons pas plus loin ici dans les caractéristiques du charbon, si ce n'est pour dire que la houille – genre de charbon le plus fréquemment employé - est une des variétés, moins rare que l'anhracite, mais au pouvoir calorifique moins élevé.

S'agissant des plus anciennes collectes¹³ connues du charbon en tant que combustible, il semble qu'elles se trouvent en Chine, environ 3.490 années avant notre ère¹⁴. Marco Polo aurait signalé, à son retour de Chine¹⁵, que le charbon y était utilisé pour chauffer les maisons et cuire les aliments. On trouve ensuite, pour la Grèce, une référence à l'usage du charbon en métallurgie dans un traité de Théophraste (vers 371 – 287 avant notre ère), cité par Carol Mattuch¹⁶ : *Parmi les matériaux qui sont extraits car ils sont utiles, ceux connus comme charbons sont faits de terre, et une fois mis à feu, ils brûlent comme du charbon de bois [...]*. En Amérique, il semble que les aztèques ont utilisé du charbon comme combustible.

Plus près de nous, A. H. V. Smith¹⁷ a fait état d'exploitation du charbon en Grande Bretagne par les romains, dès le II^e siècle de notre ère. Mais l'usage qui en était fait restait local. Sur le même thème, Hatcher¹⁸ a publié une carte où figurent les sites sur lesquels il a été brûlé du charbon ('Romano-British coal-burning sites'), notamment par les forgerons romains.

De son côté, Paul Mantoux¹⁹ indique qu'aux termes d'une charte de l'an 852, citée dans l'Anglo-Saxon Chronicle, un certain Wulfred s'engageait à fournir aux moines de l'abbaye de Medhamstead, entre autres redevances annuelles, « *soixante charges de bois, douze charges de charbon de terre (graefa) et six charges de tourbe*²⁰. L'auteur poursuit : *L'usage de la houille a été très répandu dans les villes anglaises pendant tout le Moyen Âge. On la faisait venir des bassins houillers situés au bord ou à proximité de la mer : d'où le nom un peu singulier de charbon de mer (sea coal) qui se rencontre fréquemment dans les textes antérieurs au XVIII^e siècle.*²¹

A partir de 1228, du charbon collecté dans le nord-est de l'Angleterre fut transporté à Londres, et durant le XIII^e siècle, ce commerce se développa. La plupart des sites houillers en Angleterre, Écosse et Pays de Galles étaient exploités à petite échelle²². Mais l'utilisation de ce charbon par les artisans londoniens et pour le chauffage domestique créa de la pollution, et une proclamation royale, en 1306, exigea le retour à l'usage du charbon de bois chez les forgerons. Des améliorations

¹² <http://www.worldcoal.org/coal/what-is-coal/> , site accédé le 22 février 2015

¹³ Cela ne suppose pas nécessairement le creusement de puits.

¹⁴ John Dodson et al. "Use of coal in the Bronze Age in China", *The Holocene*, March 3, 2014, pp.525-530.

¹⁵ Une controverse récente porte sur la réalité de la visite de Marco Polo en Chine.

¹⁶ Mattusch Carol C., "Metalworking and tools", in Oleson, John Peter, (ed.): *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World* , Oxford University Press, 2008, pp.418-438

¹⁷ A. H. V. Smith, "Provenance of Coals from Roman Sites in England and Wales", *Britannia*, Vol. 28, (1997), pp. 297-324

¹⁸ HATCHER J., op. cit., p.18.

¹⁹ MANTOUX P., *La révolution industrielle au XVIII^e siècle, Essai sur les commencements de la grande industrie moderne en Angleterre*, Paris, Génin, 1959, 577p.

²⁰ Ibid., p.288.

²¹ Ibid., p.289.

²² Galloway, Robert L., *A History of Coal Mining in Great Britain*. Londres, MacMillan, 1882.

furent apportées aux foyers domestiques au cours de la première moitié du XIV^e siècle, ce qui conduisit à un possible usage du charbon pour le chauffage des habitations. Édouard III (1312-1377) fut le premier roi à prendre intérêt au commerce du charbon du nord-est de l'Angleterre. Il prit un grand nombre d'ordonnances pour sa régulation, et autorisa l'exportation de ce combustible vers Calais²³. La demande de charbon augmenta de manière continue au cours du XV^e siècle, mais ce combustible était pour l'essentiel utilisé près des régions de production, dans les cités côtières, ou exporté vers l'Europe. Cependant, vers le milieu du XVI^e siècle, les approvisionnements en bois commencèrent à diminuer en Grande Bretagne, et l'utilisation du charbon à usage domestique augmenta rapidement.

Ce qui précède montre que jusque vers 1550-1600, le charbon ne fût pas utilisé majoritairement à des fins de production, mais que l'usage de ce combustible pour le chauffage domestique s'installa lentement mais durablement en Grande Bretagne, surtout dans les grandes villes comme Londres, dont la population augmentait sans cesse. Ce changement peut être considéré comme une première *bifurcation* vers l'usage d'une source d'énergie *d'origine extractive* et donc non renouvelable. Mais il est clair qu'elle n'était pas, en tant que telle, à l'origine de la *révolution industrielle anglaise*, qui restait à venir.

Ailleurs qu'en Angleterre, la houille a été utilisée en Europe continentale depuis le XI^e siècle comme combustible pour le chauffage et la cuisson.

En Belgique, en 1251, l'évêque de Cambrai attribua à l'Abbaye de Lobbes la moitié du charbon des environs de Gilly²⁴. Mais on ne peut pas dire qu'une véritable extraction de houille ait commencé avant le XIV^e siècle. Francesco Guicciardini en 1567 rapporte l'existence, dans le Hainaut, à Liège et à Namur entre autres, d'exploitations « *de cette sorte de charbons, comme pierre noire qu'ils appellent "Houille", comme aussi y en ha beaucoup autour de Liège, & de Namur, & s'en faict bon feu, & est fort chaud, mais de senteur graue, qui nuirait a la teste de qui n'en fust accoustumé* »²⁵. En Belgique, à partir du XVI^e siècle, l'usage du charbon se répand chez les petites gens. L'odeur qu'il dégage le rend impopulaire jusqu'à ce que les poêles se répandent. C'est à Liège, écrit John Ulric NEF (1899-1988) dans son introduction²⁶, qu'il existait une industrie précoce du charbon, plus importante que n'importe où en Grande Bretagne. Ce combustible était extrait dans les montagnes de part et d'autre de la Meuse, et acheminé par des barges vers la mer. Il entra en compétition, durant le règne de Henry VIII (1491-1547), dans les ports français, avec le charbon, dit 'seacoal'²⁷, venu de Newcastle.

En France, en 1232, on trouve des écrits qui font état d'une rente annuelle versée par les exploitants de gisements de *terre noire* à l'abbé Cendras près d'Alès. Et en 1295, à Blaye-les-Mines, près de Carmaux, un droit de péage était perçu pour

²³ Ibid.

²⁴ Adriaan J.J.A. Linters, *Industria : Architecture industrielle en Belgique*, Liège, Pierre Mardaga éditeur, 1986, 232p.

²⁵ Ludovico Guicciardini, Description de tout le Païs Bas autrement dict la Germanie inférieure, ou Basse-Allemagne, par Guillaume Silvius, 1568.

²⁶ NEF J.U., (1932), op.cit., p.13

²⁷ Il affleurerait sur les plages, d'où son nom.

le charbon alimentant les forgerons de la région. Cette source n'ayant pas pu être vérifiée, il est possible qu'il se soit agi de charbon de bois.

Ces indications fragmentaires ne laissent pas apparaître une modification significative dans le genre de combustible utilisé dans des pays comme la France et la Belgique, dont on sait qu'ils disposaient de vastes forêts.

Une crise énergétique due à une disparition du bois en Angleterre ?

Avant d'en venir à la question de la substitution du bois par le charbon, il nous faut aborder celle de la diminution, voire de la disparition quasi-totale, des ressources forestières en Angleterre, puis Grande Bretagne. Cette *disparition* ou à tout le moins *moindre disponibilité* du bois en tant que principal combustible, a été, et reste encore un sujet de controverse. Affirmée en premier par NEF²⁸, elle fut ensuite vivement contestée par HATCHER²⁹. Dans un ouvrage récent³⁰, des auteurs français consacrent plusieurs pages à la *crise du bois* pour cause de déboisement et déforestation

Il est connu en effet qu'en Angleterre, le mouvement des enclosures, commencé dès le XII^e siècle, mais étendu surtout à partir de la fin du XVI^e, a transformé une agriculture traditionnelle, pratiquée dans le cadre d'un système de coopération et de communauté d'administration des terres, en un système de propriété privée. Les enclosures ont marqué la fin des droits d'usage, en particulier des *communaux*. Ils ont été convertis par les riches propriétaires, qui, ayant abattu les arbres qui s'y trouvaient, ont transformé ces forêts en terres agricoles et prairies pour le pâturage de leurs troupeaux.

Cependant, la déforestation précoce des forêts anglaises et écossaises a sans doute contribué davantage au manque de bois que les enclosures. Elle aurait, selon John Ulric NEF³¹, posé problème dès avant la fin du règne d'Elisabeth (1558-1603). Reprenant ce thème dans un article de 1977³², NEF (1899-1988) a émis l'hypothèse selon laquelle c'est une crise énergétique due à la pénurie de bois en Grande Bretagne qui serait à l'origine de l'industrialisation dans cette contrée. Cependant, dans cet article, l'auteur ne s'est pas intéressé à toutes les conséquences à long terme de la substitution du bois par le charbon. Il est vrai que le contexte, en 1977, était plutôt celui de l'augmentation massive du prix du pétrole survenu à partir de 1973.

Sans citer cet article, l'économiste anglais Robert C. ALLEN contesta les thèses de NEF concernant une crise énergétique précoce³³. Selon ALLEN, le facteur décisif expliquant la croissance de l'industrie charbonnière était le succès britannique dans l'économie mondiale.

²⁸ NEF J.U., (1932), op.cit

²⁹ HATCHER J., op. cit.

³⁰ DEBEIR J.-C. et all. (2013), op.cit.

³¹ NEF J.U., (1932), op. cit., volume I, p.160.

³² John U. NEF, "An Early Energy Crisis and its Consequences", *Scientific American*, nov. 1977, pp.140-151

³³ ALLEN R.C. (2009), op. cit.

Le fait est que tous ces auteurs sont unanimes pour faire état d'une très importante poussée démographique qui aurait exigé la mise en culture de nouvelles terres, tant en Angleterre qu'en Ecosse. Mais à l'inverse, cette augmentation de la population n'a été possible que par une plus grande production agricole, surtout de céréales, sans amélioration concomitante des techniques mises en œuvre. Il y a là une circularité dans laquelle il n'est pas possible de distinguer les causes des effets.

Et c'est ainsi que *l'Angleterre inventa le charbon*, peut-on lire à propos de la dite crise du bois³⁴. Il n'était pas nécessaire d'inventer le charbon, car les ressources de ce combustible d'origine extractive abondaient dans ce pays. De ce *hasard* géologique, les anglais ont fait une *nécessité*, qui constitua les prémices de leur révolution industrielle

La substitution du charbon au bois dans l'industrie anglaise

Remplacer le bois – et le charbon de bois - par du charbon de terre posa des problèmes à la fois dans l'usage domestique (pour le chauffage des maisons) et dans l'industrie. Nous nous en tiendrons dans ce qui suit à ce qui a été relevé pour l'industrie.

Ainsi NEF³⁵ distingue, à propos de la substitution du bois par le charbon, trois catégories d'industries :

- celles dans lesquelles du charbon a été utilisé avant le XVI^e siècle ;
- celles pour lesquelles la substitution ne posa pas de problèmes sérieux ;
- celles où des problèmes techniques devaient être résolus et des innovations réalisées.

Dans la première catégorie, il y aurait eu, selon NEF, et depuis le Moyen âge, essentiellement les producteurs de chaux, ainsi que les forgerons et maréchaux ferrants.

Pour les activités n'ayant pas posé de problèmes sérieux pour l'utilisation du charbon, il y aurait eu la production d'alun (utilisé pour traiter le cuir et servir de mordant dans la teinture), la production de salpêtre (un composé de la poudre à canons), mais aussi la fabrication de savon, le raffinage du sucre, la production d'amidon, ainsi que celle de chandelles, mais aussi la teinturerie et la brasserie. Cette énumération quelque peu hétéroclite montre en tout cas qu'à partir du XVI^e siècle, en Angleterre, les techniques mais aussi les esprits étaient prêts pour accueillir largement, en tant que combustible, le charbon en lieu et place du bois.

Traitant de la troisième catégorie d'activités, celle pour laquelle des problèmes techniques devaient être résolus pour l'emploi du charbon, NEF a écrit notamment³⁶ :

Étant donné qu'une rapide augmentation du prix du bois conduisait automatiquement – même de manière graduelle – à l'adoption générale de combustibles minéraux dans des activités comme la brasserie ou la teinture, il y

³⁴ DEBEIR J.-C. et all., op. cit., pp.190 et ss.

³⁵ NEF J.U., (1932), op. cit., volume I, partie II, 'The substitution of coal for wood', pp.190-223

³⁶ NEF J.U., (1932), op. cit., volume I, p.215, traduit par nous.

avait un grand nombre d'opérations industrielles dans lesquelles le charbon ne pouvait absolument pas être utilisé avant que des modifications techniques aient été introduites dans les procédés manufacturiers. Il était nécessaire, soit d'éliminer du charbon ses propriétés dommageables, soit d'inventer un dispositif protégeant le matériau brut des flammes et des fumées. Lorsqu'en 1610, Sir William Slingsby et ses partenaires ont pétitionné pour obtenir un brevet ('patent') destiné à introduire du combustible minéral dans différents processus, ils firent bien la distinction entre les manufactures dans lesquelles l'usage du charbon de terre à la place du bois avait déjà été essayé avec succès, et celles dans lesquelles des tentatives de substitution avaient jusque-là échoué. Dans la première catégorie ils incluaient tous les processus faisant appel à des bouilleurs. [...] Dans le second groupe, ils mirent [notamment] la cuisson du malt, des tuiles et des pots, ainsi que la fusion du métal pour les cloches, celle du cuivre, du laiton, du fer et du plomb, et la production du verre.

Et NEF ne manqua pas de rappeler que cette substitution du bois par le charbon posait également des problèmes d'ordre psychologique. Ainsi il mentionne l'opinion selon laquelle le charbon pouvait transmettre ses propriétés déplaisantes à la bière ou aux vêtements ; cela créait, ajoute l'auteur, effectivement un préjudice, quand bien même lors de la brasserie ou de la teinture, le produit n'était pas en contact direct avec les flammes et la fumée³⁷.

Si nous avons fait état de cette typologie introduite par NEF dans le problème de la substitution du bois par le charbon, c'est, pensons-nous, qu'en l'aménageant convenablement, elle peut être utile pour prévoir ce qu'il faudra prendre en compte lorsque l'on voudra – peut-être – abandonner définitivement les sources d'énergie *d'origine extractive*. Nous reviendrons sur cette manière de poser les problèmes plus loin.

La désormais nécessaire substitution des sources d'énergie d'origine extractive

En 2015, il semble que les *climato sceptiques*, s'ils n'ont pas entièrement disparu, ne sont pratiquement plus audibles dans les médias. Le changement climatique, qui s'est déjà manifesté par une augmentation significative de la température moyenne sur la planète, de l'ordre de 2° C depuis le début du XIX^e siècle, n'est plus réellement contesté. Dans certaines régions, la montée des eaux due à la fonte des glaces provoque déjà des catastrophes qui conduisent à des migrations massives de populations vers des lieux plus favorables.

Pour autant que l'on veuille éviter des catastrophes encore plus grandes que celles déjà intervenues, il faudra en venir à l'abandon définitif de toutes les sources d'énergie d'origine extractive en tant que combustible. Il est clair que cela ne signifie pas que l'humanité devra renoncer à toute forme d'énergie. Mais cela suppose qu'il sera possible d'adapter certains processus industriels et domestiques à d'autres sources d'énergie que celles d'origine extractive. Nous passons ici sous silence les économies d'énergie qu'il conviendrait, évidemment, de réaliser parallèlement.

³⁷ NEF J.U., (1932), op. cit., volume I, p.215.

Comme nous l'avons imaginé plus haut, et par similitude inverse avec les problèmes qui se sont posés lors de la substitution du bois par le charbon, nous allons examiner dans ce qui suit quelles sont les procédés consommateurs d'énergie d'origine extractive, et les difficultés qui se poseront en cas de substitution.

Le charbon, le pétrole et le gaz

Il serait sans doute assez simple, techniquement, de se passer du charbon en tant que combustible. Il existe encore des centrales électriques dont les chaudières brûlent du charbon. Cela tient plus à des raisons liées au prix du charbon, sur le marché mondial, et à des infrastructures de transport existantes, qu'à des contraintes techniques. Et pour les transports, le temps des locomotives à vapeur, et plus encore celui des automobiles à gazogène est bien terminé

Toute autre est la situation du pétrole en tant que combustible. Lui aussi sert à produire de la vapeur dans des centrales de production d'électricité. Mais cette énergie d'origine extractive trouve, depuis l'invention du moteur Diesel, un emploi massif qu'il sera difficile de remplacer par autre chose dans les véhicules de transport tels que les navires et les camions. Des mesures d'incitation à l'abandon du gazole pour les véhicules des particuliers donneront peut-être quelques résultats, étant donné que les moteurs de type *diesel*³⁸ sont également sources d'autres pollutions que les gaz à effet de serre (les particules fines). Quant au dérivé du pétrole, le kérosène, source d'énergie de la plupart des avions commerciaux, dont le nombre *en vol* ne cesse d'augmenter, son remplacement, par exemple par l'énergie solaire, reste encore aux premiers stades de l'expérimentation.

Mentionnons ici le nouvel *Eldorado* énergétique que d'aucuns pensent avoir trouvé avec les gaz de schiste, pudiquement nommés *énergie non conventionnelle* (notamment par le groupe pétrolier *Total*). Même si les U.S.A. se seraient pour une large part libérés, avec les gaz de schiste, du pétrole importé, les dégâts collatéraux dûs à son extraction par fracturation commencent à devenir perceptibles. Ce qui fait que l'avenir de cette *manne*, aux U.S.A. comme ailleurs dans le monde, semble problématique, sinon compromis.

L'uranium

Pour certains auteurs, l'uranium n'est pas un *combustible fossile*. Il est vrai qu'il ne peut pas, sans un traitement d'enrichissement, être utilisé dans les centrales électronucléaires. Comme nous l'avons proposé plus haut dans notre introduction, l'expression ***sources extractives d'énergie*** permet de ranger l'uranium dans un ensemble cohérent, tout en évitant d'entrer dans le faux débat selon lequel la production d'énergie par les centrales nucléaires ne produit pas de gaz à effet de serre.

En effet, tout kilowatt produit, par quelque moyen que ce soit, finit sous forme de chaleur, et contribue donc au réchauffement de la planète, toutes choses égales par ailleurs pour ce qui est des gaz à effet de serre. Il est inutile d'insister ici sur les problèmes que posent dès à présent et pour des milliers d'années les déchets de l'industrie nucléaire, car la prise de conscience concernant ces effets est loin d'être générale.

³⁸ Le patronyme de Rudolph Diesel est depuis longtemps devenu un nom commun, et a été approprié en tant que marque pour différents produits ou services.

Les combustibles d'origine extractive comme matière première

Un grand nombre d'industries utilisent de nos jours des matériaux d'origine extractive, comme le charbon et le pétrole, en tant que matière première, et non comme combustible. Cela pose des problèmes qui sont encore plus compliqués que l'abandon de ces matières en tant que combustibles.

Limitons nous dans ce qui suit à quelques usages du charbon en tant que matière première. On pourrait facilement énumérer – la liste serait plus longue – les usages du pétrole en tant que matière première, dans des processus industriels.

Ainsi les hauts fourneaux sont alimentés non seulement en minerais de fer, mais aussi en coke (obtenu à partir de *charbons à coke*). Certains hauts fourneaux utilisent du *charbon vapeur* moins cher, appelé injection de charbon pulvérisé (PCI), afin de réduire les coûts. Un certain nombre de pays transforment le charbon en combustible liquide. Plusieurs produits chimiques peuvent être obtenus à partir des sous-produits du charbon. Le goudron de houille raffiné sert dans la fabrication de produits chimiques comme la créosote, le naphtalène, le phénol et le benzène. Le gaz ammoniac récupéré des fours à coke sert à la fabrication des sels d'ammonium, de l'acide nitrique et des fertilisants agricoles. Des milliers de produits différents contiennent du charbon ou des sous-produits du charbon : savon, aspirine, solvants, teintures, matières plastiques et fibres, comme la rayonne et le nylon. Le charbon est aussi un élément essentiel de la fabrication de produits spécialisés :

- charbon actif, utilisé dans les filtres pour purifier l'eau et l'air et dans les appareils de dialyse ;
- fibre de charbon, un matériau de renfort léger mais très résistant utilisé dans le bâtiment, sur les VTT et sur les raquettes de tennis ;
- métal de silicium, utilisé pour produire des silicones et des silanes, qui servent ensuite à fabriquer des lubrifiants, des hydrofuges, des résines, des cosmétiques, des shampoings et des dentifrices³⁹.

Conclusions

Une mutation des systèmes énergétiques utilisés sur la Terre suffira-t-elle pour régler les problèmes engendrés depuis plus de deux siècles par l'utilisation des énergies d'origine extractive ? Ce que cette planète, unique en son genre, selon les connaissances actuelles, a de plus précieux est la vie qui y est apparue et s'y maintient. Et parmi le vivant, l'être humain est sans doute le plus fragile : une augmentation de plus de 5°C de sa température interne lui est fatale.

Désormais, il y a un consensus quasi unanime parmi les savants dont l'opinion est relayée par le GIEC⁴⁰ pour affirmer qu'une augmentation moyenne de plus de 2°C de la température sur terre serait fatale à la vie qui s'y trouve.

Est-ce à dire qu'il existe également un consensus parmi les dirigeants des pays de ce monde pour, à l'occasion de la 21^e conférence internationale des Nations

³⁹ Source : World coal Institute : <http://www.worldcoal.org/> , Site accédé le 10 mai 2015

⁴⁰ Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé en 1988 en vue de fournir des évaluations détaillées de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies de parade.

unies sur le climat, dite COP21, prendre les décisions qui s'imposent ? Rien n'est moins sûr.

Car si, dans leur ouvrage, DEBEIR et all. plaident pour une mutation des systèmes énergétiques⁴¹, ils semblent douter que le néolibéralisme soit capable d'accomplir cette **mutation** historique. Car les mêmes auteurs considèrent qu'on ne saurait *faire table rase* de l'infrastructure que constituent, sous ses différentes formes (raffineries de pétrole, centrales électriques, autoroutes ...), le système énergétique [en place]. En quoi on ne peut que leur donner raison, car les principales résistances à une mutation des systèmes énergétiques, ambition affichée de la conférence dite COP21 qui se tiendra à Paris en décembre 2015, viendront des habitudes acquises.

Pour les dépasser, il faudrait une mutation plus profonde que celle des seuls systèmes énergétiques, à laquelle s'intéressent déjà un certain nombre de groupes industriels. Ainsi en est-il d'EDF-EN⁴². Ceux qui doutent de leurs intentions appellent cela le *green washing*.

Dans un ouvrage récent, Pascal CANFIN et Peter STAIME⁴³, les auteurs décryptent les enjeux géopolitiques, économiques et financiers qui entourent ce sommet décisif pour notre avenir. Se montrant optimistes, ils pensent que la *bataille de Paris* n'est pour l'heure ni gagnée ni perdue. Elle se joue en ce moment : dans le cercle des négociations officielles, dans le monde économique et financier, mais aussi dans l'indispensable mobilisation citoyenne.

Mais comme aurait dit Guillaume I^{er} d'Orange-Nassau (1533-1584) : *Point n'est nécessaire d'espérer pour entreprendre, ni de réussir pour persévérer*.

⁴¹ DEBEIR J.-C. et all. (2013), op. cit., p. 524.

⁴² EDF-EN = EDF Énergies nouvelles.

⁴³ CANFIN P., STAIME P., *Climat – 30 questions pour comprendre la conférence de Paris*, Paris, Les Petits matins, 2015, 200p.