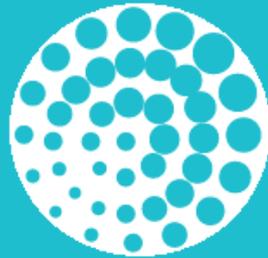
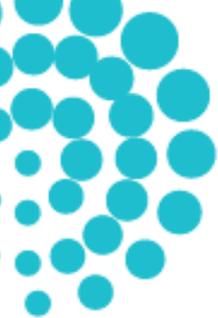


La diminution de l'énergie nette, frontière ultime de l'Anthropocène

Benoît Thévard

Séminaire du 13 décembre 2013





C'est un fait, pour construire des aéroports, des autoroutes, des immeubles qui vont chatouiller le ciel et des mégalo-poles de 30 millions d'habitants, nous devons disposer physiquement d'une énergie nette suffisante. L'énergie nette est la quantité d'énergie qui reste à la société après soustraction de l'énergie utilisée pour la production de cette même énergie. Or, il existe un seuil au dessous duquel une société ne peut pas descendre sans risquer de voir s'effondrer son activité économique et ses fonctions sociales. Si l'énergie ne sert qu'à produire de l'énergie, il ne reste plus rien pour permettre à la société de fonctionner.

Quelle part de la population est capable de comprendre l'évolution de la production et des réserves pétrolières ? Qui est en mesure d'expliquer le fonctionnement d'une centrale nucléaire ? Qui sait analyser les externalités liées à l'extraction des sables bitumineux du Canada ? Le secteur énergétique est de ceux qui font l'objet des plus nombreuses désinformations, déformations et manipulations de données. Celles-ci alimentent une recrudescence de théories du complot (moteur à eau), de bulles spéculatives (gaz de schiste) et d'inventeurs, souvent extravagants, qui promettent une énergie libre, illimitée et écologique pour l'humanité entière (moteur à aimants permanents). Il est en effet très facile de faire croire à une abondance rassurante en masquant les aspects les plus gênants de la réalité. Cette situation n'est pas toujours liée à de la mauvaise foi. Elle est souvent imputable à l'hyperspécialisation des experts qui, pour être capables de développer et comprendre les techniques les plus pointues, s'affranchissent des variables gênantes de la grande équation du Monde, au point d'en méconnaître toute la complexité.

Certains chercheurs ont tenté de développer une vision globale, une vision systémique qui tienne compte de la complexité des interdépendances entre l'Homme et son environnement. Une telle approche permet d'intégrer l'énergie comme faisant partie de chaque élément, de chaque transformation de l'écosystème et non comme un secteur industriel que l'on peut gérer indépendamment du reste.

Howard Thomas Odum est de ceux-là. Cet écologue américain, connu pour ses travaux sur l'analyse systémique des systèmes écologiques, publie en 1973 un papier¹ dont la pertinence reste remarquable quarante années plus tard, malgré les progrès technologiques et l'accélération de l'innovation que nous avons connus depuis. Son analyse démontre que, bien qu'indissociables dans la réalité, les trois éléments du triptyque énergie-écologie-économie sont aujourd'hui pris en compte séparément et par des spécialistes, provoquant des choix politiques non-durables, des oppositions militantes fortes et des dégradations irréversibles. H. T. Odum montre également qu'il ne suffit pas de quantifier l'énergie en termes de ressources brutes, mais qu'il faut analyser la quantité d'énergie dont la société pourra réellement disposer en fin de compte : l'énergie nette.

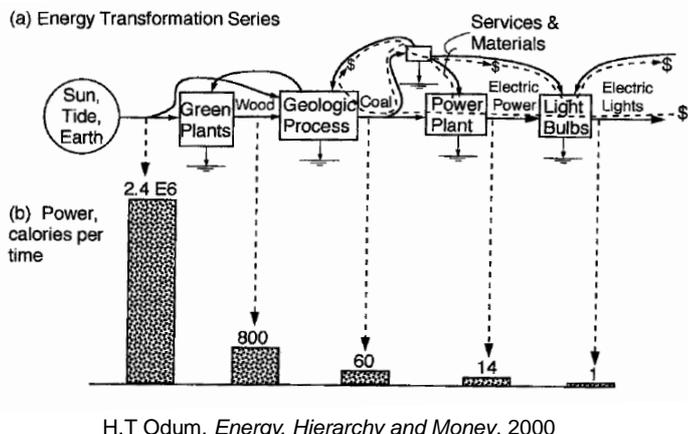
« La vraie valeur de l'énergie pour une société est l'énergie nette, celle qui reste après avoir soustrait les coûts énergétiques de l'acquisition et de la concentration de cette énergie. » H.T. Odum, 1973.

L'Énergie : le dénominateur commun de l'énergie

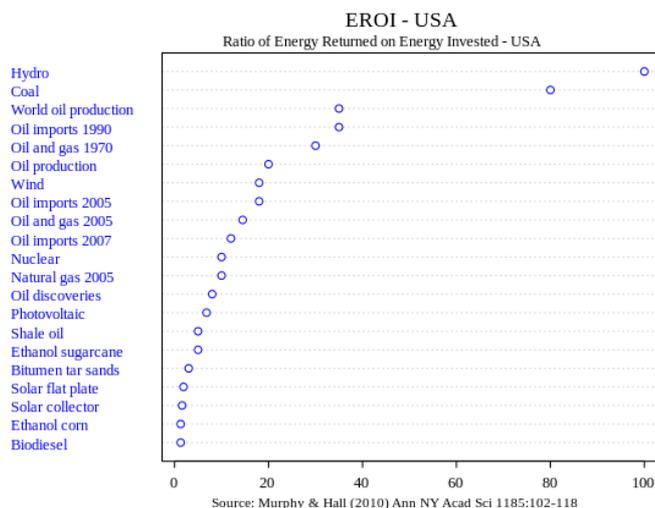
Les méthodes de comparaison utilisées actuellement pour les différentes énergies sont généralement quantitatives. Elles ne tiennent généralement pas compte des aspects qualitatifs : externalités liées à l'extraction ou aux transformations, énergie consommée pour transformer de la biomasse en gaz, pétrole ou charbon sur des millions d'années, dégradations des sols et de l'eau liées à la production d'agro-carburants etc. Pour intégrer tous ces éléments, Howard T. Odum crée le concept d'énergie (emergy), c'est-à-dire l'énergie requise de manière directe ou indirecte pour produire un bien ou un service (embodied energy). L'unité correspondante est l'emjoule ou l'emcalorie. Il propose de ramener toutes les énergies au plus petit dénominateur commun : l'énergie solaire dont l'unité est le Solar emJoule (SeJ).

Lorsque de l'énergie entre dans un système, elle subit des transformations qui diminuent la quantité d'énergie disponible à l'étape suivante. Pour illustrer notre propos, le schéma suivant montre les différentes étapes de transformation de l'énergie solaire, à travers la formation de charbon, sa combustion dans des centrales thermiques pour la production d'électricité qui servira ensuite à allumer des ampoules. Il aura fallu 2,4 millions de calories solaires pour disposer d'une calorie de lumière issue de l'électricité produite à partir de charbon.

¹ Howard T. Odum, « Energy, ecology and economics, Royal Swedish Academy of Science », *AMBIO*, 2 (6), 1973, p.220-227. URL: http://movimientotransicion.pbworks.com/f/IN-Energ%C3%ADa_econom%C3%ADa_y_redistribuci%C3%B3n.pdf



calculer que le bilan Energétique. Il intègre beaucoup moins de données et se concentre essentiellement sur des éléments technico-économiques que l'on peut retrouver dans les bilans des entreprises du secteur. Le graphique suivant illustre quelques ordres de grandeur :



Par le biais de ce concept, il est possible d'intégrer tous les phénomènes naturels tels que l'évapotranspiration, l'érosion des sols, le rôle des rivières, l'oxydation de la matière organique, l'énergie des boues et même les forces géologiques comme la formation des montagnes. C'est ainsi que les externalités deviennent physiquement quantifiables et que les dissipations provoquées par chaque étape de concentration de l'énergie deviennent évidentes. Lorsque ces étapes sont issues de phénomènes naturels, à des échelles de temps très longues (formation des énergies fossiles par exemple), nous avons tendance à ne pas en tenir compte. Maintenant que l'Homme tend à effectuer ces étapes lui-même, en un temps très court (maturation du kérogène, concentration de l'énergie solaire, valorisation des sables bitumineux, etc.), il n'est plus possible d'ignorer l'immense coût énergétique et environnemental de ces transformations.

L'ERoEI : une notion essentielle

Une autre notion met en évidence l'évolution dans le temps du rendement énergétique de la « production² » d'énergie, notamment depuis le début de l'ère pétrolière (début du XXème siècle). Il s'agit du taux de retour énergétique ou ERoEI (*Energy Return on Energy Invested*). Dans la littérature, il est également appelé EROI (*Energy Return On Investment*).

L'ERoEI est le rapport entre l'énergie récupérée et l'énergie consommée pour cette production. C'est un nombre sans unité.

$$\text{ERoEI} = (\text{Energie récupérée}) / (\text{Energie consommée pour la production})$$

De nombreuses études existent aujourd'hui qui proposent des valeurs pour chacune des énergies exploitées par nos sociétés. Les valeurs obtenues sont très variables d'une étude à l'autre, selon que l'auteur est un promoteur de l'énergie concernée, un indépendant ou un opposant, c'est pourquoi des compilations de littératures s'imposent pour faire émerger des ordres de grandeurs significatifs. Malgré cette limite dont il faut tenir compte, l'ERoEI est beaucoup plus simple à

Charles Hall, auteur du graphique ci-dessus et concepteur de la notion d'ERoEI, a reçu un enseignement par H.T. Odum au cours de sa formation. Il a défini plusieurs types d'ERoEI en fonction des limites du système que l'on souhaite analyser. Pour le pétrole et le gaz, la comptabilisation de l'énergie consommée s'arrête généralement au moment où le pétrole ou le gaz arrive en tête de puits. Les étapes de transport, de raffinage, de distribution et d'utilisation ne sont pas prises en compte, pas plus que les impacts environnementaux comme nous l'avons évoqué précédemment. Par conséquent, l'ERoEI réel est plus défavorable que les estimations existantes. Une étude approfondie, réalisée par Hall et Prieto³, a récemment démontré que l'ensemble de la filière solaire photovoltaïque en Espagne n'offre qu'un ERoEI de 2,45 :1. Cette étude est édifiante car elle montre que l'on ne prend jamais en compte les coûts énergétiques indirects, qui sont très nombreux pour les énergies décentralisées (surveillance, assurances, stockage de l'énergie intermittente, etc.)

Si l'on s'abstient de remonter les temps géologiques pour ramener l'énergie concentrée sous forme de pétrole à de l'énergie solaire, et que l'on se concentre uniquement sur l'extraction et les étapes suivantes, voici comment il est possible de définir les différents taux de retour énergétiques ou ERoEI :

ERoEI Standard (st) : tient compte de l'énergie requise pour **obtenir** l'énergie

ERoEI Point of Use (pou) : tient compte de l'énergie requise pour **obtenir et approvisionner** l'énergie

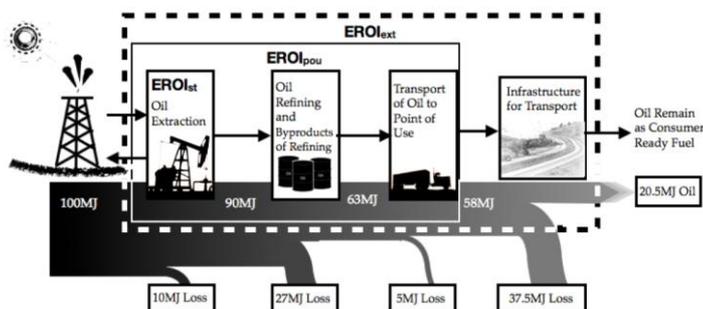
ERoEI Extended (ext) : tient compte de l'énergie requise pour **obtenir, approvisionner et utiliser** l'énergie

² La production d'énergie n'existe pas. Il ne peut s'agir que de transformations (combustion, fission, extraction, etc.). Parler de production d'énergie est un abus de langage pour décrire les activités de l'industrie énergétique.

³ Pedro A. Prieto and Charles A. S. Hall, *Spain's Photovoltaic Revolution: The Energy Return on Investment*, Springer, 2013.



Dans le secteur pétrolier, d'un point de vue purement technique, on peut considérer qu'un EROEI de 1,1 :1 est un résultat suffisant (se prononce « 1,1 pour 1 », c'est-à-dire 1,1 baril récupéré pour 1 baril investi). En effet, le surplus de 10% obtenu en tête de puits permet de fournir l'énergie d'extraction, mais le pétrole devra rester sur place et à l'état brut. Pour pouvoir le raffiner et le transporter jusqu'aux stations services, il faut un EROEI de 1,5 :1. Pour construire les infrastructures, les camions, les bateaux, les voitures, les avions et tracteurs qui permettront d'utiliser le pétrole raffiné, l'EROEI minimum est de 3,3 :1. Autrement dit, pour simplement pouvoir disposer de l'énergie et l'utiliser, il faut récupérer au moins trois fois plus d'énergie que ce qui a été investi. Mais cela ne suffit pas pour faire fonctionner une société industrielle et toutes ses composantes.



Limites des différents types d'EROEI et pertes associées aux différentes étapes de transformation entre le puits et le consommateur⁴

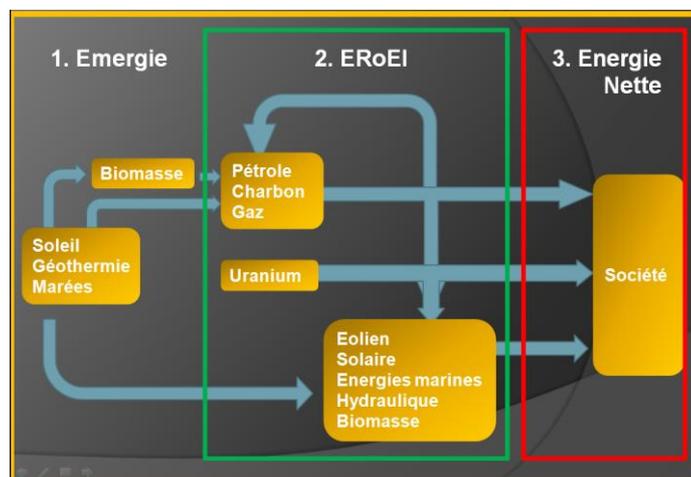
Parmi les autres besoins essentiels, il faut produire l'alimentation (5 :1), permettre à la population de vivre dans de bonnes conditions, d'avoir un habitat, des meubles, des vêtements (7 :1), maintenir un système éducatif (10 :1), un système de santé (12 :1) et enfin, permettre l'entraide et la solidarité grâce aux services sociaux et la transmission culturelle au travers de l'art et des loisirs (14 :1)⁵. Notons qu'une part de plus en plus importante de l'énergie provient désormais de gisements dont l'EROEI est inférieur, voire très inférieur à 14 :1.

Le besoin d'énergie nette se fait encore plus sentir lorsqu'un pays ne dispose pas de l'énergie nécessaire sur son territoire pour alimenter le fonctionnement de son économie. C'est le cas de tous les pays de l'OCDE mais également des BRICS (Brésil, Russie, Inde, Chine, Afrique du Sud), tous importateurs nets de pétrole, sauf la Russie. Pour acheter le pétrole qu'elle importe à plus de 98%, la France doit produire de la richesse économique (PIB) par le biais d'exportations, afin de disposer de l'argent nécessaire à l'achat de ce pétrole. Or, plus ce dernier est cher, plus la quantité de biens et de services que les Français devront fournir pour produire la richesse suffisante sera élevée. Autrement dit, plus le prix du baril augmente, plus l'activité économique et la consommation d'énergie associée doivent augmenter pour simplement payer l'énergie importée. Par conséquent, l'investissement énergétique nécessaire pour obtenir de l'énergie augmente et de fait, l'EROEI diminue. Dans un rapport publié par le

Post Carbon Institute en 2013⁶, Charles Hall explique qu'avant le choc pétrolier de 1973, l'EROEI du pétrole importé par les Etats-Unis était d'environ 25 :1 (1 baril investi pour 25 barils récupérés). Au moment du choc, la hausse du prix a fait descendre l'EROEI à 9 :1, puis lors du second choc de 1979, il serait descendu jusqu'à 3 :1.

Le surplus d'énergie fait la société

Comme nous venons de le voir, pour qu'une société moderne et matérialiste puisse fonctionner dans de bonnes conditions, il faut qu'elle dispose d'un surplus d'énergie conséquent. C'est ce surplus que l'on appelle énergie nette. Le schéma ci-après montre les frontières d'analyse des concepts traités dans ce papier. Les flèches bleues illustrent les étapes de transformation (centrales thermiques, transport, raffinage, distribution, etc.).



Pendant 99% de l'histoire de l'humanité (un million d'années), le corps humain a été le principal pourvoyeur de l'énergie utilisée pour le développement culturel⁷ des sociétés. A partir du Néolithique, la domestication des plantes et des animaux a constitué, d'une certaine manière, un moyen de maîtriser l'énergie solaire et de produire davantage de biens et services par unité de travail humain investie.

Citons deux exemples illustrant l'énergie nette disponible avant l'ère industrielle.

Une analyse approfondie⁸ a pu être réalisée en Suède, sur la production de charbon de bois au XVIème siècle, charbon destiné à la métallurgie. A l'époque, on confiait la production de charbon à des forestiers. Chacun d'entre eux disposait, avec sa famille, de 2 hectares

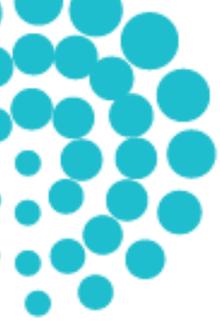
⁶ <http://www.resilience.org/stories/2013-05-22/energy-return-on-investment>

⁷ Selon la définition de l'UNESCO : « Dans son sens le plus large, la culture peut aujourd'hui être considérée comme l'ensemble des traits distinctifs, spirituels et matériels, intellectuels et affectifs, qui caractérisent une société ou un groupe social. Elle englobe, outre les arts et les lettres, les modes de vie, les droits fondamentaux de l'être humain, les systèmes de valeurs, les traditions et les croyances ». Déclaration de Mexico sur les politiques culturelles, Conférence mondiale sur les politiques culturelles Mexico City, 26 juillet - 6 août 1982.

⁸ Ulf Sundberg, « Ecological economics of the Swedish Baltic Empire: An essay on energy and power, 1560-1720 », *Ecological Economics*, 5(1), 1992, p. 51-72.

⁴ J. Lambert and Charles Hall, *EROI of Global Energy Resources Preliminary, Status and Trends*, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, 2012.

⁵ J. Lambert and Charles Hall, *op. cit.*, p.9.



de cultures, 8 hectares de pâtures et 40 hectares de forêt. Chaque exploitation investissait chaque année 3,5 Giga joules (GJ) de travail humain et animal, ainsi que 190 GJ pour faire vivre le forestier, sa famille et les animaux. Ceci permettait de produire 760 GJ de charbon de bois, ce qui représente un ERoEI de 4 :1. L'énergie nette mise à disposition de la société n'était que de trois calories pour chaque calorie investie. Ce type d'exploitation, que l'on peut considérer comme intensive, a dû être arrêté pour cause de déforestation.

L'autre exemple est celui du peuple Yanomami (Sud Venezuela et nord Brésil) dont les origines sont estimées à plus de 50 000 ans, et dont le mode de vie a été observé avec une grande précision. En travaillant 2h30 par jour en moyenne pour l'agriculture, la chasse, la pêche et la cueillette, les Yanomami dépensent en moyenne une calorie pour en récupérer 6,4. Leur système agricole seul aurait un ERoEI de 20 :1 mais contrairement à l'exemple précédent, ce calcul n'intègre pas l'alimentation qu'il a fallu fournir aux humains pour qu'ils puissent travailler. Ce sont uniquement l'effort de travail humain et l'énergie utilisée pour fabriquer les outils qui ont été pris en compte. Le facteur climatique est également déterminant puisqu'il n'y a pas de nécessité de se chauffer dans les forêts tropicales, contrairement aux forêts boréales, ce qui provoque une baisse considérable des besoins énergétiques. Malgré une productivité intéressante de leurs techniques, ce peuple semble avoir fait le choix de travailler moins, de ne pas chercher à concentrer davantage l'énergie et de consacrer entre 17 et 19 heures par jour au repos et aux loisirs⁹. On peut en déduire que l'énergie nette réellement disponible pour « développer¹⁰ » la société Yanomami était très réduite.

A partir de 1850, la situation est profondément bouleversée car les énergies fossiles entrent en jeu. Il aura fallu moins de cinquante ans pour que la consommation mondiale de charbon fossile dépasse celle du bois et du charbon de bois qui avaient toujours été les principales ressources énergétiques. L'ERoEI du charbon fossile étant excellent grâce à sa haute densité énergétique, l'énergie nette disponible pour le développement industriel des sociétés devient très abondante. Cinquante années plus tard, en 1950, c'est la consommation de pétrole qui dépasse la consommation de charbon, sans pour autant faire diminuer cette dernière. L'ERoEI du pétrole est d'environ 50 :1, ce qui signifie que pour chaque baril investi, 49 sont mis à disposition de la société pour alimenter une croissance de l'économie sans précédent. Dès lors, il a été possible de démocratiser l'automobile, le transport aérien, de construire des autoroutes et des lignes ferroviaires à grande vitesse, de bâtir des villes sous perfusion de plusieurs millions d'habitants dont la réponse aux besoins vitaux est assurée par un ballet incessant de camions, de bateaux, de trains et d'avions. La puissance dominante des sociétés modernes, dopée par un afflux soudain d'énergie gratuite, semble ne plus avoir de limite. Chaque année, il est découvert davantage de pétrole que le monde n'en consomme, ce qui donne une trompeuse impression de ressources illimitées.

⁹ Lizot Jacques, « Economie primitive et subsistance. Essai sur le travail et l'alimentation chez les Yanomami », *Revue LIBRE*, n° 4, 1978, p 69-113.

¹⁰ La notion de développement est volontairement employée ici au sens de Harry Truman, lors de son discours sur l'état de l'Union en 1949, avec l'idée qu'il y a des peuples « sous-développés » qui devraient tendre vers une vie plus civilisée et moderne.

A partir des chocs pétroliers des années 1970 et du pic de la production américaine, la croissance économique mondiale montre ses premiers signes de faiblesse. L'ERoEI du pétrole n'est plus que de 25 :1, la production pétrolière ne suit plus une tendance exponentielle mais plutôt une pente légère, bien plus légère que celle de la population mondiale, les découvertes pétrolières annuelles sont désormais inférieures à la consommation et l'énergie disponible par habitant stagne.

Désormais, l'ERoEI (standard) de la production des hydrocarbures se situe aux environs de 15 :1 et l'ensemble des alternatives proposées offrent toutes des ERoEI inférieurs si l'on tient compte de toutes les externalités. Avec des vieux gisements conventionnels dont la production décline, les regards se tournent vers les sables bitumineux du Canada (ERoEI de 3 :1) ou le *tight oil* (huile de schiste) des Etats-Unis (ERoEI entre 5 :1 et 8 :1). Une part toujours plus importante de l'énergie disponible est consommée par l'industrie de l'énergie elle-même et nous arrivons au bord d'une falaise abrupte : à court terme, l'énergie nette disponible sera insuffisante pour soutenir l'organisation actuelle des sociétés modernes et industrialisées.

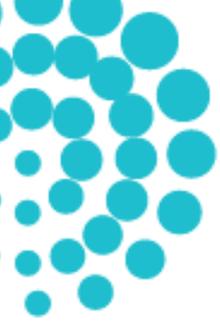
La transition énergétique freinée par le cannibalisme énergétique

Selon le principe même de ce qui a été expliqué précédemment, il faut investir de l'énergie au départ pour que les populations puissent ensuite disposer d'énergie nette. Or, d'après les travaux de J.M. Pearce à l'occasion de la deuxième conférence sur les technologies du changement climatique, le taux de croissance d'une technologie ne doit pas dépasser l'inverse de son temps de retour énergétique pour que celle-ci mette de l'énergie nette à disposition de la société¹¹. Par exemple, si un panneau solaire met six années pour restituer l'énergie qui a été nécessaire à sa fabrication, le taux de croissance ne devra pas excéder 1/6^{ème} soit environ 17% par an pour qu'il y ait une production d'énergie nette. Au-delà de ce taux de croissance, l'équivalent de toute l'énergie produite par le photovoltaïque est réinvesti dans la fabrication des panneaux. Entre 2000 et 2009, le taux de croissance de l'énergie photovoltaïque dans le monde était de 35%, donc le secteur du photovoltaïque (comme celui de l'éolien) a consommé beaucoup plus d'énergie (notamment fossile) qu'il n'en a mis à la disposition de la société. Notons qu'après une vingtaine d'années, durée de vie moyenne des installations solaires et éoliennes, il faut commencer à remplacer le parc existant. Ce remplacement vient donc s'ajouter à l'augmentation programmée de la puissance installée.

Cette notion nous met face à un choix inéluctable pour les années qui viennent : augmenter lentement l'implantation des « nouvelles énergies » et attendre des décennies pour qu'elles sortent de la marginalité, ou augmenter la consommation d'énergie fossile pour alimenter le fort taux de croissance des installations.

Le dépassement respectif des pics de production du pétrole, du gaz et du charbon avant 2020, 2030 et 2050 et l'indispensable réduction des émissions de GES compromettent mathématiquement une telle hypothèse sur le moyen terme.

¹¹ J.M. Pearce, *Optimizing greenhouse gas mitigation strategies to suppress energy cannibalism*, 2ème conférence sur les technologies du changement climatique, mai 2009, Hamilton, Ontario, Canada.



Quels usages pour l'énergie nette restante ?

Alors que le passage imminent de nombreux pics inquiète une part de plus en plus importante de nos contemporains, le pic de l'énergie nette semble déjà dépassé et la descente qui lui succède encore plus vertigineuse. L'énergie nette disponible sera insuffisante pour alimenter l'auto-organisation des sociétés modernes, ce qui risque de conduire à une explosion de la méga-structure mondialisée pour revenir à des structures plus petites et plus sobres.

Le maintien du système dans son état actuel, sans une refondation des bases même de son organisation, conduira à une redescente de la pyramide de Maslow, c'est-à-dire au sacrifice de tout ce qui peut être considéré comme superflu, au profit de la perpétuation des infrastructures énergivores créées pendant le siècle passé, sans lesquelles tout s'effondrerait. Cette vision peu désirable marque pourtant la fin de l'Anthropocène. Si la logique est poussée à son extrême, l'avant-dernier baril de pétrole servira à extraire le dernier, l'énergie ne servira plus qu'à produire de l'énergie et l'Homme des sociétés industrielles en tant que tel n'existera plus.

Cette perspective est tellement éloignée de la culture, pourtant très humaine et contemporaine, des Yanomami. N'existe-t-il aucun compromis possible ? Saurons-nous abandonner les méga-structures pour préserver l'humanité en lui réservant le peu d'énergie nette restante ?

Benoît Thévard est ingénieur de l'école des Mines en Génie énergétique. Il a passé plusieurs mois au Québec, dans un écovillage qui prépare l'après-pétrole depuis près de vingt ans. Depuis son retour en France, il anime le blog www.avenir-sans-petrole.org et mène des activités de recherche sur la résilience des territoires. Il parcourt la France pour animer des conférences et informer citoyens, élus et entreprises de la nécessaire et urgente transition de la société. Il est également membre de l'association de prospective Next World et du pôle de la construction écologique en Région Centre, Zéco SCIC. Il est l'auteur de l'étude [L'Europe face au pic pétrolier](#) commandée par Yves Cochet pour le groupe des Verts au Parlement européen.



www.institutmomentum.org
33, rue de la Colonie
75013 Paris
Tel. 01 45 80 26 07

Inventer les sociétés de l'après croissance

Fondé en mars 2011, l'**Institut Momentum** est un laboratoire d'idées sur les issues de la société industrielle et les transitions nécessaires pour amortir le choc social de la fin du pétrole. L'**Institut Momentum**, qui réunit des chercheurs, des journalistes, des ingénieurs et des acteurs associatifs, se consacre à répondre au défi de notre époque : comment organiser la transition vers un monde postcroissant, postfossile et modifié par le climat ? Comment penser et agir les issues de l'Anthropocène ? Son point de départ se fonde sur une prise de conscience : nous vivons aujourd'hui la fin de la période de la plus grande abondance matérielle jamais connue au cours de l'histoire humaine, une abondance fondée sur des sources temporaires d'énergie concentrée et à bon marché qui a rendu possible tout le reste.

La transition post-pétrolière, post-nucléaire et post-carbonique s'attache à complètement redessiner et à repenser les infrastructures de la société mais aussi à œuvrer à un nouvel imaginaire social. Lieu convivial de recherche, l'**Institut Momentum** produit des diagnostics, des analyses, des scénarios et des propositions originales sur les stratégies de transition et de résilience. L'**Institut Momentum** est là pour les susciter et les faire connaître aux individus, aux collectivités, aux entreprises et aux gouvernements. Enfin, l'**Institut Momentum** a le souci de donner de la visibilité aux solutions émergentes, déjà mises en œuvre par les villes en transition, les coopératives de l'énergie, les Amaps, les entreprises d'insertion, les collectivités dotées d'éco-quartiers.

Si nous parvenons à les diffuser, les initiatives et les contributions pour imaginer et créer le monde d'après pétrole se répandront globalement et localement. Elles deviendront majoritaires, et les efforts que nous déployons aujourd'hui seront demain des lieux communs. Entre temps, nous avons une chance, et c'est peut-être la dernière, de nous écarter du précipice. Un défi, un moment singulier, une fenêtre d'opportunité : le **Momentum**. Rejoignez-nous.