

Source : https://www.linkedin.com/pulse/les-heures-sombres-de-la-transition-%C3%A9nerg%C3%A9tique-nouel-journaliste/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad_flagship3_feed%3BvUM7GCi4Q8WXU2ED3aBGIA%3D%3D

Téléchargement 22 06 2018

Les heures sombres de la transition énergétique

Juin 2018



- Juliette Nouel - Journaliste

L'avenir ce n'est pas ce qui va nous arriver, mais c'est ce que nous allons faire (ou ne plus faire).

Comble des paradoxes, la transition énergétique pourrait bien manquer d'énergie... Non seulement pour assurer la marche du monde une fois les énergies fossiles abandonnées, mais aussi pour parvenir à alimenter les nouveaux modes de production de cette énergie. Plongée dans l'arène des débats. (Dossier paru dans l'Actuariel, juin 2018)

Dix millions de dollars, c'est la somme que Mark Jacobson, professeur d'ingénierie environnementale à l'université de Stanford, a réclamée pour diffamation à Christopher Clack, mathématicien et ancien chercheur à l'université du Colorado. La raison : dans le journal de la National Academy of Sciences, Clack a remis en cause la validité du scénario *Wind, Water and Sun* de Jacobson, qui démontre la possibilité d'un monde 100% EnR (énergies renouvelables). Pour Clack, les capacités de stockage de l'énergie telles que décrites sont notoirement insuffisantes. Conflit isolé ? Oui, quant à sa judiciarisation, loin de là quant à son sujet.

À l'intérieur ou hors des murs des universités, la transition énergétique est un immense chantier de discussions. Amateurs de consensus, s'abstenir : toutes les conditions de sa mise en œuvre font débat, voire polémique. Il y a juste un point sur lequel tout le monde s'accorde : le gigantisme du défi. Les énergies fossiles fournissent plus de 80 % de la production d'énergie primaire mondiale; l'eau, le solaire et le vent uniquement 5%, la biomasse 10 %. Reste 5 % pour le nucléaire.

Côté consommation d'énergie finale, ce n'est guère mieux : l'électricité, principal vecteur d'énergie de la transition, ne représente que 20 % du total mondial, et un quart seulement de cette électricité est

produite par des énergies renouvelables... Enfin, les besoins ne cessent d'augmenter : la consommation d'énergie primaire a été multipliée par 7 en 70 ans, pour atteindre près de 14 000 millions de tonnes-équivalent pétrole par an aujourd'hui.

Devant ces chiffres vertigineux, la pénurie d'énergie une fois la transition réalisée est bien la première hantise de ceux qui se penchent sur ce casse-tête. « *Le problème, c'est que, pour réussir la transition, il va falloir réaliser des transferts d'usage massifs vers les EnR. C'est envisageable pour le transport routier ou le chauffage, mais cela paraît quasi impossible pour l'aéronautique de masse et pour quantité de procédés industriels* », indique Nicolas Raillard, du think tank The Shift Project. À cela s'ajoute une problématique majeure liée à la nature des EnR électriques : la gestion de leur intermittence et donc du stockage de l'énergie. Actuellement, seule l'hydroélectricité est capable d'assurer ce stockage à grande échelle, grâce aux stations de transfert d'énergie par pompage (STEP). Mais cela implique une déperdition énergétique de 20 %. En outre, difficile de construire des barrages partout, pour des raisons d'impact social et environnemental, mais aussi de manque d'eau lié à la hausse des températures.

Quelles énergies (ad)mettre dans le mix ?

Une solution pour réduire la menace d'une pénurie hors fossiles et hors nucléaire serait bien sûr de réduire la demande. Mais attention, pour passer à 100% d'EnR, le régime est drastique : les scénarios des ONG Greenpeace ou Négawatt préconisent une baisse de notre consommation d'énergie primaire de plus de 60%. Autant dire que cette option ne fait pas l'unanimité. Pour Bertrand Cassoret, auteur du livre *Transition énergétique, ces vérités qui dérangent* (éd. Deboek supérieur, 2018), « *les changements nécessaires impliquent une baisse de niveau de vie si importante qu'il est probable qu'il faille les imposer par la force* ».

Arrive donc très vite sur la table des négociations le nucléaire, qui n'est pas une énergie fossile mais pas non plus une énergie renouvelable. Le recours au nucléaire décroche la palme d'or des polémiques en la matière, parce qu'il s'agit d'une énergie à la fois quasiment décarbonée et potentiellement très dangereuse. Le gaz cherche aussi à trouver sa place, comme énergie de la transition, avant la mise en place d'un système énergétique basé sur les EnR. Là encore, les critiques fusent car le gaz émet certes deux fois moins de CO₂ que le charbon, mais les fuites de méthane durant les procédés de fabrication et de transport sont redoutables, le méthane étant un gaz à effet de serre beaucoup plus puissant que le CO₂. Enfin, même du « nouveau » pétrole semble aujourd'hui nécessaire pour éviter les pannes énergétiques selon l'AIE (Agence internationale de l'énergie). Début mars dernier, son directeur exécutif a en effet appelé à une reprise des investissements dans le secteur pétrolier afin de garantir l'approvisionnement mondial après 2020...

Derrière ces polémiques classiques qui divisent depuis longtemps les spécialistes du secteur, une question pointe : ne sommes-nous pas en train de passer complètement à côté d'autres obstacles à notre approvisionnement énergétique ? Des obstacles tout aussi préoccupants, si ce n'est plus... Il suffit pour s'en convaincre de regarder les scénarios de planification produits par des acteurs de toutes sortes. Citons, parmi les plus influents, ceux de l'AIE, du World Energy Council, des ONG Greenpeace et WWF au niveau mondial ; ceux de l'European Climate Foundation et de la Commission européenne, au niveau européen ; ceux de RTE, de l'Ademe ou encore de l'association Négawatt au niveau hexagonal.

« *Tous ces scénarios ont pour objectif de proposer un monde cohérent tant pour la production que*

pour la consommation d'énergie. Ils ont un rôle essentiel car ce sont eux qui guident les politiques publiques et les investissements privés », explique Nicolas Raillard. Or un premier constat s'impose : personne ne parle de la même chose ! Qu'il s'agisse des cibles, des objectifs, des approches, des périmètres géographiques, temporels, sectoriels, des impacts envisagés ou des modèles utilisés, aucun des auteurs de scénario ne suit les mêmes règles. » Le deuxième constat est tout aussi troublant au regard de l'urgence climatique : il y a des pans entiers de la transition énergétique qui ne sont que partiellement abordés, quand ils ne sont pas totalement omis.

Disponibilité des métaux : l'avertissement de la Banque mondiale

Première question, étrangement absente des scénarios tant elle alimente les débats des experts des matières premières : doit-on s'inquiéter de la disponibilité géologique des métaux indispensables à la construction d'éoliennes et de panneaux photovoltaïques ? En juillet 2017, un rapport de la Banque mondiale intitulé « *Le rôle croissant des minerais et métaux pour un futur bas-carbone* » montrait que la question n'était en rien superflue : « *La composition des technologies supposées alimenter le passage à une énergie propre – éolien, solaire, hydrogène et systèmes électriques – nécessite en fait significativement PLUS [sic] de ressources que les systèmes d'alimentation en énergie traditionnels.* » Selon la Banque mondiale, « *les métaux qui vont connaître une spectaculaire hausse de la demande sont extrêmement difficiles à identifier* ». Le rapport conseille néanmoins de surveiller le segment des accumulateurs électriques, « *où la demande (...) pourrait être multipliée par plus de 1 000 %* » si le scénario 2 °C est respecté.

Face à ce pronostic, une pénurie de certains métaux est-elle possible et, si oui, lesquels ?

« Théoriquement, pour trouver le nombre d'années de disponibilité d'un métal, il faut prendre le volume des ressources géologiques déjà identifiées comme réserves et le diviser par celui de la consommation actuelle, explique Philippe Bihouix, ingénieur et auteur de L'âge des low tech (Éd. Seuil). Or, dans cette division, tout bouge : le numérateur, parce qu'on fait de nouvelles découvertes, que la technologie évolue (on peut aller plus profond par exemple) et que la montée des prix crée mécaniquement des réserves supplémentaires car elles deviennent économiquement intéressantes à exploiter. Quant au dénominateur, il varie bien sûr en fonction de la croissance, mais aussi de la possibilité du recyclage ou encore de la substitution du métal en question par un autre. En outre, ces paramètres interagissent entre eux : « Une tension entre l'offre et la demande fait grimper le prix et donc les réserves, mais elle peut aussi inciter au recyclage, qui est plus rentable pour les produits chers. »

Ce n'est pas tout : les petits métaux sont souvent des sous-produits des grands métaux et donc dépendants de leur exploitation (comme l'indium par rapport au zinc). Enfin, les temps de mise en production minière sont très longs, jusqu'à dix à vingt ans dans certains cas. Conséquence de cette multiplicité de paramètres : chacun propose sa liste des métaux dits « critiques » et les quelques audacieux qui s'aventurent à dire quel métal posera problème dans les dix ou vingt ans à venir ont des avis divergents. L'antimoine rafle presque toujours la première place. Se disputent ensuite dans le classement : le plomb, l'étain, l'or, le cobalt, le zinc, l'argent, le nickel et même le cuivre. Une chose est néanmoins sûre : tout gisement a ses limites.

Dépenser plus d'énergie pour en produire moins

Pour quelques économistes et surtout pour les physiciens, la disponibilité géologique des métaux et

donc la possibilité de produire de l'énergie brute n'est pas le vrai problème. Ce qui compte vraiment, c'est l'EROI (Energy Return On Invested), c'est-à-dire l'énergie brute produite divisée par l'énergie investie pour la récupérer. « *Là encore, cette question n'est pas ou très peu traitée par les auteurs de scénarios alors qu'elle est pourtant cruciale* », observe Nicolas Raillard. Une absence d'intérêt qui pourrait se révéler très problématique : « *Globalement, l'EROI des combustibles fossiles conventionnels diminue au niveau primaire, pour se situer actuellement aux alentours de 20 (20 joules pour un investissement de 1 joule, ndlr), en raison de la baisse de qualité des sites. Le charbon, qui est encore à 80, fait exception et devrait commencer sa descente vers 2030*, indiquent les économistes Victor Court et Florian Fizaine, auteurs de plusieurs articles sur la question.

Les combustibles fossiles non conventionnels ont des EROI encore plus faibles, d'environ 6 au niveau primaire. À titre de comparaison, l'EROI du nucléaire, sujet à de nombreuses polémiques, semble tourner autour de 75 au niveau final, d'après une étude de 2013.» Les EROI des EnR, le plus souvent calculés au niveau final, sont également l'objet de vives discussions. « *Une des raisons des désaccords, c'est que la plupart des études ne tiennent pas compte du caractère intermittent des EnR électriques, précise Victor Court. Or l'intermittence implique des moyens de stockage ou une production énergétique de back-up, et également un renforcement du réseau électrique, et finalement des quantités plus élevées de métaux par unité d'énergie renouvelable produite.* » En tenant compte de ces paramètres, les EROI du solaire et de l'éolien semblent passer en moyenne de 20 à... 4.

Le débat se complexifie encore avec l'intégration d'une nouvelle donnée : l'accroissement du coût énergétique d'extraction des métaux au fur et à mesure que leur concentration dans les gisements diminue. Pour obtenir 1 tonne de cuivre aujourd'hui, il faut remuer 125 tonnes de roche, contre 25 tonnes il y a un siècle. Résultat, « *la consommation énergétique de l'exploitation minière a été multipliée par 4 entre 1950 et 2011 et près de 10 % de l'énergie primaire mondiale est consacrée à la production de métaux (extraction, traitement du minerai, métallurgie)* », relèvent Victor Court et Florian Fizaine. Bref, « *nous sommes face à un cercle vicieux qui demande toujours plus d'énergie pour extraire et raffiner des métaux et toujours plus de métaux pour produire de l'énergie* », résume Philippe Bihouix.

Le coût énergétique de la transition, la grande inconnue

Si les scénarios de la transition ne prennent pas en compte l'EROI de chaque technologie prise séparément, ils oublient également une dimension encore plus décisive : le coût énergétique global de la transition elle-même. « *Pour l'établir, il faut d'abord calculer l'énergie consommée pour la mise en œuvre de chaque technologie depuis sa source jusqu'à son usage par le consommateur* », explique Sandra Bouneau, enseignante-chercheuse à l'Institut de physique nucléaire d'Orsay (Ipno). Cet EROI « étendu » comprend non seulement l'énergie nécessaire pour la construction de nouvelles installations et leur remplacement en fin de vie, mais également l'énergie employée pour les procédés de transformation de l'énergie elle-même, pour son transport jusqu'au point d'utilisation (ligne à haute tension, réseau de chaleur), ainsi que pour son stockage si besoin. « *Nous cherchons à quantifier cette énergie dite "grise" parce que cachée, tout en distinguant les besoins spécifiques en électricité, en chaleur et en carburant. Ces résultats seront pondérés en fonction du mix propre à chaque scénario et détermineront ainsi l'énergie nette, c'est-à-dire celle qui sera finalement disponible pour les différents secteurs économiques pendant et après la transition* », détaille Sandra Bouneau. Un travail colossal de collecte de données à partir de sources très hétérogènes et parfois contradictoires... L'équipe de l'Ipno couplera ensuite « *cette analyse de la réalité physique de la transition à des modèles économiques, en*

y associant par exemple un prix pour chaque type de source énergétique, le but étant d'évaluer l'impact sur l'économie des modèles de transition proposés par les scénarios ». « *Les recherches dans ce domaine sont essentielles car, d'après nos estimations réalisées sur les données des États-Unis, un EROI en dessous de 11 au niveau primaire ne permet plus de croissance économique dans un pays développé*, soulignent Victor Court et Florian Fizaine. Nous devons donc en savoir plus sur le risque d'une "falaise énergétique nette", c'est-à-dire le moment où il ne reste plus d'énergie nette disponible pour faire autre chose qu'extraire de l'énergie. »

Des initiatives pour plus de cohérence

Les lacunes des scénarios ne concernent pas que les questions d'approvisionnement énergétique pur et dur. Emplois, formations, ou encore acceptabilité par la population de l'installation massive d'éoliennes ou de panneaux... nombre d'impacts sont aussi négligés et notamment l'impact environnemental (voir ci-dessous "Une transition pensée totalement hors sol"). Pour toutes ces raisons, le think tank The Shift Project sortira à la fin de l'année un référentiel méthodologique qui décrira ce qu'un scénario cohérent devrait être, avec une grille d'analyse synthétique à l'appui. « *Cela permettra de faire des comparaisons mais aussi de participer à la diffusion des bonnes pratiques* », explique Nicolas Raillard. En mars, la Cour des comptes a fait une proposition allant dans le même sens : la création d'un comité pérenne pour réaliser la synthèse de travaux réalisés par les différents opérateurs et structures intervenant dans le champ des EnR et la mise en place d'un vrai pilotage stratégique de la transition. Parions que les débats ne sont pas terminés. Et que, tôt ou tard, la question d'une baisse radicale de la consommation sera posée dans tous les scénarios.

Une transition pensée totalement hors sol

La transition énergétique actuelle est loin d'être «verte». L'industrie minière et les équipements solaires et éoliens ont des impacts sur les sols, l'eau et l'air. Un paradoxe que de nombreux lanceurs d'alerte dénoncent.

« *La plus fantastique opération de greenwashing de l'histoire.* » De quoi s'agit-il ? De la transition énergétique selon Guillaume Pitron, auteur du livre *La Guerre des métaux rares*, sorti en janvier (Éd. LLL). Guillaume Pitron n'est pas le premier à s'alarmer des impacts environnementaux de la transition. Mais cette attaque frontale a, sans doute pour la première fois, fait écho. Le cri d'alerte sera-t-il entendu ? Le fait est que le sujet ne préoccupe pas pour l'instant les maîtres d'œuvre des scénarios censés nous conduire vers un monde plus propre. « *Bien sûr, tous ces scénarios de la transition estiment, quoique chacun avec sa méthode, la baisse attendue des émissions de gaz à effet de serre : c'est le but de l'opération ! En revanche, les conséquences négatives sur la biodiversité sont complètement hors de leur radar* », remarque Nicolas Raillard, du think tank The Shift Project. Rappelons que l'effondrement de la biodiversité inquiète désormais autant les scientifiques que le changement climatique.

Or l'exploitation minière est classée parmi les industries les plus polluantes, selon le Blacksmith Institute, avec des impacts sur les rivières et les nappes phréatiques, les sols et l'air. Des impacts certainement à nuancer en fonction des pays et des opérateurs, mais dont quelques exemples parmi les pires se trouvent dans L'État des lieux des conséquences graves de l'exploitation minière, rédigé par l'association SystExt (Fédération des ingénieurs sans frontières).« *Les Occidentaux ont exporté hors*

de leurs frontières toutes ces activités, justement parce qu'elles étaient sales », poursuit Guillaume Pitron. « En dissociant production des métaux et consommation, nous avons organisé le déni de réalité », renchérit Philippe Bihouix, l'un des premiers à avoir mis en garde sur cet aspect de la transition. L'industrie minière a également des besoins colossaux en eau. « Or nombre d'exploitations et de projets sont situés en zones arides ou semi-désertiques, où le changement climatique renforcera probablement le problème, alors qu'une forte concurrence entre usages de l'eau est déjà présente, avertit Alain Geldron, expert national matières premières à l'Ademe. Au Chili, par exemple, la mine de cuivre de la compagnie BHP Billiton construit une installation pour dessaliniser l'eau de mer, qui sera transportée sur 150 kilomètres ! » Conséquence : « L'augmentation des impacts environnementaux ne pourra pas continuer ainsi et rendra l'exploitation de certains gisements aléatoire. »

Se dirige-t-on vers une impasse ? De fait, passer aux 100 % énergies renouvelables implique une production gigantesque d'équipements, sans compter les surfaces qu'ils occuperont au détriment, là encore, de la biodiversité. Si l'on regarde, par exemple, les scénarios de Mark Jacobson (voir article principal), « ils tiennent du délire industriel, estime Philippe Bihouix. Pour ne prendre que l'éolien, il faudrait multiplier le parc mondial installé par 25 (13 000 GW contre 500 GW aujourd'hui) en une ou deux décennies, avant d'ailleurs de tout recommencer compte tenu de la vitesse d'usure des équipements ». Pour Guillaume Pitron, « c'est bien simple, la transition énergétique a été, jusqu'à maintenant, pensée totalement hors sol ».



- Juliette Nouel - Journaliste

L'avenir ce n'est pas ce qui va nous arriver, mais c'est ce que nous allons faire (ou ne plus faire).

- [1 article](#)