

L'avenir de l'énergie

Par Evelyn Forero et Abrielle Sirois-Cournoyer

L'énergie, c'est quoi? C'est probablement l'un des concepts les plus importants de notre monde. Nous vivons grâce à l'énergie. La nourriture et l'eau nous fournissent de l'énergie chaque jour, elle nous permet d'aller de l'avant. Ce concept remonte à l'Antiquité et se définit selon la physique comme la capacité d'un système à produire un travail quelconque, engendrant un mouvement ou produisant de la lumière, de la chaleur ou même de l'électricité¹. La notion d'«énergie» peut être expliquée et visualisée de différentes façons dépendamment de la discipline et des préoccupations initiales de l'individu. Que ce soit en physique, en biologie, en chimie ou bien en termes de production et consommation dans les sociétés, l'espèce humaine a concentré beaucoup d'efforts en recherche pour lui permettre de travailler de manière plus efficace et efficiente. En agriculture, dans les maisons, dans les infrastructures, dans les technologies, dans notre milieu de travail, etc., nous sommes constamment entourés de produits nécessitant le déploiement d'immenses ressources pour fonctionner. N'est-ce pas merveilleux ? On appuie sur un bouton et la lumière s'allume ! Cependant, nous n'arrêtons pas assez souvent notre réflexion à tout ce qui a dû être mis en œuvre pour en arriver là. Les pays riches ont atteint un niveau de confort auquel les pays plus démunis souhaiteraient voir leur population arriver. Par contre, est-ce réellement le destin de toutes les civilisations ? En économie, on nous explique que tout a un coût et qu'il nous faut choisir rationnellement nos stratégies afin de maximiser nos gains. Ainsi, un individu tout comme un pays

1 <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=1724>

choisiront les stratégies énergétiques les moins coûteuses possible. Mais devons-nous limiter notre réflexion à un coût économique ? Ne faut-il pas commencer à se poser d'autres questions ?

Dans ce texte, nous proposons d'adopter une vision qui va au-delà de ce que l'on traite souvent lorsqu'il est question de ressources naturelles et de gestion d'énergie. De ce fait, il sera question au départ d'exposer sommairement l'histoire des ressources naturelles exploitées par l'être humain, de survoler les alternatives qui nous sont proposées en date d'aujourd'hui ainsi que décrire d'une façon modeste le fond du problème. Puis, nous nous questionnerons sur le type d'énergie que l'on devrait adopter dans le futur nous permettant de mieux conserver la planète et de mieux l'habiter.

C'est lors de la Révolution industrielle (18-19^e siècle) que les humains découvrirent le grand potentiel des énergies fossiles en ce qui concerne sa capacité à fournir de l'énergie. Quant à la Seconde Révolution industrielle (1870-1913)², celle-ci est marquée par une importante croissance économique résultant de l'utilisation du pétrole et de l'électricité. En effet, c'est à cette époque que le moteur à explosion, requérant du pétrole, commence à prendre sa place en société. S'ajoute à cette découverte l'émergence de nouveaux moyens de communication. Ces deux éléments et bien d'autres vont permettre d'entrer dans l'ère de la mondialisation et ainsi, d'augmenter les échanges entre les pays et les migrations. Le besoin grandissant de ces ressources provient alors de la demande des industries, des usines et des villes notamment pour les machines, le transport, le chauffage et l'éclairage qui peuvent nécessiter du charbon, du pétrole ou du gaz naturel. Nous les appelons énergies fossiles, ou encore hydrocarbures, puisqu'elles se composent principalement d'hydrogène et de carbone. Ces

2 https://fr.wikiddia.org/wiki/Seconde_Révolution_industrielle

substances naturelles se retrouvent dans le sous-sol terrestre et se sont formées à partir de végétaux et d'animaux morts depuis des milliers d'années. C'est pourquoi nous considérons ces énergies fossiles comme non renouvelables puisqu'il faut à la Terre plusieurs années pour renouveler ses stocks. L'extraction et l'utilisation des énergies fossiles se font alors à grande échelle au moyen de puits et de mines et leur principale spécificité est qu'elles brûlent avec une grande facilité.

Avec le temps, les scientifiques ont découvert les effets néfastes de ce type d'énergie, mais malheureusement notre dépendance était déjà été entamée. L'exploitation de ces combustibles, la conversion de terres pour l'agroforesterie et l'agriculture seraient à l'origine des perturbations écologiques et la cause du réchauffement climatique. Bien sûr qu'il y a des causes naturelles qui peuvent avoir une influence sur le réchauffement climatique, mais depuis la Révolution industrielle on ne peut fermer les yeux sur la responsabilité de l'être humain. L'industrialisation et l'exploitation massive des combustibles fossiles ont modifié la surface terrestre et ont émis diverses substances dans l'atmosphère. Ces substances, en retour, peuvent avoir un effet sur la quantité d'énergie solaire reçue et la quantité de chaleur rayonnante, ce qui peut avoir à la fois un effet de réchauffement ou de refroidissement du climat. Le dioxyde de carbone, un gaz à effet de serre, est le principal produit de la combustion des combustibles fossiles. Il ne faut pas outrepasser les effets que la pollution peut avoir sur les humains directement. En effet, d'après le bilan de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), il y aurait 3.7 millions de décès prématurés en 2012 dans le monde liés à des causes environnementales³. Ainsi, si les émissions d'aérosols (PM10) étaient réduites de 70 à 20 microgrammes par mètre cube⁴

3 Varin, Élisabeth. Cours Énergie et Environnement, Polytechnique Montréal.

4 Microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) est l'unité de concentration pour un polluant dans l'air.

les décès liés à la pollution pourraient être réduits d'environ 15%. Aujourd'hui, de plus en plus d'études qui font le lien entre la pollution de l'air, de l'eau, notre alimentation et les changements climatiques. Depuis des dizaines d'années, certains scientifiques avertissent des dangers occasionnés par notre façon d'exploiter les ressources de la Terre et ce n'est que depuis peu qu'il semble y avoir une plus grande prise de conscience à cet égard. Les questions environnementales sont plus souvent traitées dans les médias et les climatoscceptiques, bien que toujours présents, ont de moins en moins de place et de poids sur la scène publique. Enfin, de nouvelles manières de produire de l'énergie ont commencé à émerger.

Si, différentes sortes d'alternatives sont en train d'être explorées, il importe d'identifier celles qui respecteront autant les êtres humains que la vie terrestre et marine afin de retrouver une certaine équilibre et assurer la survie de notre espèce. C'est pourquoi les énergies dites vertes et renouvelables gagnent en popularité. Nous entrons progressivement dans ce qu'on peut appeler «l'ère de la transition énergétique». Mais, avant de plonger dans les détails, il semble important de parler des principes de la thermodynamique, la science des grands systèmes en équilibre.

Nous pouvons nous représenter la Terre comme un système ouvert en termes d'énergie, mais bien certainement fermé pour ce qui est en lien avec la matière. Il existe un flux continu d'énergie envoyé par le Soleil et une partie de l'énergie terrestre est redistribuée dans l'espace. Ce taux est plutôt faible et n'est pas très significatif à l'échelle de la vie humaine. Par contre, comme cela a été expliqué plus haut, les humains ont découvert qu'ils pouvaient utiliser les ressources naturelles pour produire de l'énergie. Malheureusement, cela ne peut fonctionner éternellement, et ce, même s'il y a une foi aveugle en les nouvelles technologies, car si l'on se fit au vieux dicton qui s'inspire du premier principe de

la thermodynamique: « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ». Après avoir tant brûlé nos énergies fossiles et altéré le climat, nous voilà prêts à convertir les radiations solaires, le vent, la force de l'eau et la chaleur interne de la Terre en différentes formes d'énergie. C'est ici que le deuxième principe de la thermodynamique prend son sens soit qu'il importe de comprendre qu'il existe une dégradation de l'énergie. Lorsque nous transformons une forme d'énergie en une autre nous la dégradons en perdant petit à petit de son potentiel et sans être capable de revenir en arrière puisque le processus inverse est impossible.

Présentées comme une solution au problème du réchauffement climatique, les énergies renouvelables, avec un renouvellement naturel assez rapide, sont inépuisables à l'échelle humaine. Elles pourraient permettre d'assurer un développement plus durable, de réduire notre dépendance aux ressources d'énergie dites nonrenouvelables, d'accroître la sécurité énergétique, de réduire la production de gaz à effet de serre et de réduire les émissions polluantes et la production de déchets toxiques. Si l'on regarde au Sud, le Costa-Rica a déjà un pas en avance puisque 98.7% de son électricité produite est «verte»⁵. Sa diversification de production d'énergies propres permet au pays d'éviter de recourir aux combustibles fossiles polluants. Ce petit pays de 51 000 km² avec seulement cinq millions d'habitants ne veut pas seulement battre des records, mais aussi être capable d'offrir à ces concitoyens des tarifs d'électricité relativement bas. En effet, il se trouve être le deuxième pays d'Amérique latine à vendre à un faible coût son électricité⁶.

5 http://www.lemonde.fr/planete/article/2015/10/20/au-costa-rica-sur-la-route-de-l-electricite-verte_4793385_3244.html

6 <http://www.france24.com/fr/20150325-costa-rica-electricite-energies-renouvelables-fossile-petrole-environnement-climat>

Ici, le Québec est choyé par le nombre important de cours d'eau, qui lui permet d'offrir de l'hydro-électricité à ses habitants. Ce patrimoine collectif permet de générer plus de 99% de la production d'électricité du Québec et permet à Hydro-Québec de se positionner comme l'un des premiers producteurs d'hydro-électricité du monde⁷. Même si plusieurs avantages sont liés à l'utilisation de cette forme d'énergie renouvelable, il ne faudrait pas passer sous silence les conséquences qu'elle peut engendrer. La construction d'un barrage peut occasionner des variations de températures et de débits des cours d'eau. Elle peut aussi éroder les sols, inonder les terres et créer des changements microclimatiques, tels qu'une pluviosité accrue. Il peut également y avoir une saturation du sol en eau pouvant provoquer la mort des arbres à proximité des réservoirs et bien plus de conséquences sur les écosystèmes et villages proches⁸. D'un autre côté, nous avons l'énergie éolienne. Apparemment, les turbines ne produisent pas de GES et ne produisent pas de pollution lors de leur mise en marche et fonctionnement quotidien. Ce qui est plutôt bien non ? Sans entrer dans les détails, il faut tout de même trouver l'environnement apte à recevoir un nombre significatif de turbines qui nécessite parfois un déboisement massif de 10 à 20 fois la hauteur de la turbine⁹. Il faut aussi trouver et extraire les minerais et matières premières nécessaires à leur construction. Toutes les énergies renouvelables ont leurs conséquences qui leur sont propres. Plusieurs personnes mettent leurs espoirs du côté de la fusion nucléaire. Illusion ou réalité, les scientifiques la qualifient comme une énergie verte illimitée qui pourrait sauver la planète¹⁰. Ce processus, qui existe à l'intérieur des étoiles comme le Soleil,

7 <http://www.hydroquebec.com/a-propos-hydro-quebec/notre-energie/hydroelectricite-quebecoise-source-avenir/>

8 Varin, Élisabeth. Cours Énergie et Environnement, polytechnique. cours hydro

9 Varin, Élisabeth. Cours Énergie et Environnement, polytechnique. cours energie renouvelable

10 <http://ici.radio-canada.ca/nouvelles/science/2015/12/07/001-fusion-nucleaire-energie-climat-michel-laberge-general-fusion.shtml>

crée de l'énergie dans l'unification de deux noyaux atomiques. Le problème de ce mécanisme est la grande demande en énergie pour mettre en contact ces atomes. Pour être efficace, la fusion devrait plutôt créer plus d'énergie qu'elle n'en consomme. De plus, il faut mentionner que les énergies renouvelables, ainsi que la fusion, sont des formes d'énergie qui doivent être converties en une autre à l'aide d'appareils ou de machines construites à partir de matières premières extraites de la couche terrestre. Ces énergies "vertes" sont encore dépendantes de ressources naturelles ! Il ne va pas sans dire que ces mécanismes ont une durée de vie limitée et dépendent aussi du transport, d'usines, de villes et d'autres infrastructures pour leur fonctionnement et maintenance qui ont eux aussi une durée de vie limitée et qui émettent des gaz à effet de serre à leur tour.

En parallèle, on scrute une autre alternative, nous permettant de consommer autant d'énergie qu'aujourd'hui et de suivre notre rythme de vie effréné, soit celle appelée la géo-ingénierie. Ce plan B, comme solution aux conséquences qu'engendreront les changements climatiques, a comme objectif de développer plusieurs technologies capables de réduire la température de la Terre en agissant sur le climat à l'échelle mondiale. Par exemple, en utilisant d'immenses miroirs spatiaux capables de réfléchir les rayons du soleil. Cette technique semble irréelle, mais les scientifiques explorent cette voie depuis peu pour modifier volontairement le climat. Ce nouvel ensemble de techniques qui se divise en deux grandes catégories, la suppression du dioxyde de carbone atmosphérique et la gestion du rayonnement solaire, est envisagé pour nous aider à gagner plus de temps. Mais cette alternative comprend plusieurs aspects négatifs. Tout d'abord, l'impact sur les générations futures est un point important à prendre en considération. «La responsabilité envers les générations futures soulève par ailleurs des considérations éthiques. En misant

sur la géo-ingénierie, on oblige ces générations à poursuivre les mesures mises en œuvre, dans le pire des cas pendant plusieurs siècles et à des coûts élevés, et avec des effets secondaires sur les écosystèmes globaux à l'heure actuelle encore imprévisibles. Ces générations n'auraient plus ce libre choix dont nous bénéficions aujourd'hui¹¹». Nous avons en plus l'aléa moral qui consiste à prendre encore plus de risque par rapport à l'environnement, puisque nous avons l'assurance de pouvoir agir sur celui-ci à n'importe quel moment.

Une question de justice se pose aussi. Qui est-ce qui pourrait avoir le droit de recourir à ces techniques? Les pays riches ou bien ceux qui en ont le plus besoin? Il pourrait y avoir un impact percutant sur les pays qui ont un faible poids au niveau international et dans la communauté scientifique, le Tiers Monde serait probablement le plus à risque des changements climatiques. Malheureusement, la géo-ingénierie pourrait être utilisée comme arme contre certains pays¹² nous rendant encore plus vulnérables. Finalement, ces différents aspects nous montrent à quel point ces alternatives sont risquées et ne font pas avancer la remise en question que les populations devraient avoir.

Et si nous revenions un peu en arrière. Toutes ces alternatives mettent de l'avant les problèmes liés à la production d'énergie. Mais qu'en est-il de la consommation ? Pourquoi avons-nous besoin d'autant d'énergie ? Peut-être devrions-nous regarder l'utilisation que l'on fait de l'énergie produite. Dans les pays riches, nous vivons dans un monde de surconsommation, autant sur le plan matériel que sur le plan énergétique. En surconsommant, nous surexploisons. Nous épuisons des ressources naturelles et portons

11 Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC. Géo-ingénierie. 14 juillet 2011.

12 https://fr.sputniknews.com/sci_tech/201409171022936919-chemtrails-geo-ingenierie-et-controle-climatique/

atteinte à différents écosystèmes, dont le nôtre. Transiter vers les énergies renouvelables n'est pas synonyme d'une réduction de notre consommation énergétique. Un des risques dont on ne parle pas souvent est le phénomène de l'effet rebond. Ce dernier consiste en « l'augmentation de la consommation liée à la réduction des limites à l'utilisation d'une technologie, ces limites pouvant être monétaires, temporelles, sociales, physiques, liées à l'effort, au danger, à l'organisation »¹³. Brièvement, cette théorie signifie que l'efficacité énergétique est proportionnellement reliée à la consommation. Si une entreprise diminue le prix d'un produit dû à une meilleure efficacité, la demande de ce produit augmentera ce qui augmentera à son tour la quantité produite de ce produit, nous ramenant à la case départ. Un autre risque est de diminuer la consommation d'un produit A dans une sphère, mais d'augmenter le gaspillage d'un élément B dans une autre. Par exemple, avec les panneaux solaires, on économise sur la consommation de pétrole, mais devons extirper des tonnes de silicium pour la création des cellules photovoltaïques¹⁴. La population est en demande croissante d'énergie, il n'est donc pas étonnant de voir la production énergétique évoluer au même rythme. Nous désirons toujours plus d'énergie, car nous n'imaginons pas nos vies fonctionner autrement. Nous sommes confortables avec tout ce que la technologie nous a permis d'acquérir. Par conséquent, en suivant ce chemin, nous devons continuer à exploiter et extraire des ressources naturelles. Faudrait-il éduquer les consommateurs ou plutôt blâmer les producteurs? En produisant moins, nous devrions immanquablement consommer moins. Suivant une logique économique, il pourrait s'agir d'un débat de longue haleine puisqu'il faudrait jouer avec le prix qui affecterait l'offre (producteurs d'énergie) et la demande (consommateur d'énergie). De plus en plus, les entreprises ont des énoncés traitant de leur responsabilité sociale et de leur démarche suivant les logiques

13 http://decroissance.free.fr/Schneider_1_Ecologiste.pdf

14 http://panneausolaire.free.fr/fabrication_fonctionnement.php

du développement durable, alors que d'autres entreprises nous parlent de consommateur responsable ! Bref, il nous semble inconcevable de vivre sans énergie et en ce sens, il importe que tous puissent prendre conscience des impacts de sa production et de sa consommation.

Ainsi, la solution se trouverait peut-être dans l'autonomie énergétique. En effet, présentement, il serait difficile de tout recommencer à zéro, car nous évoluons en interdépendance avec les autres, que ce soit des pays ou des gens. Certains pays sont devenus nos fournisseurs de ressources naturelles privilégiés pour encore et toujours nous permettre de mener notre train de vie habituel. Cette affirmation s'applique bien évidemment aux pays riches, et non aux pays en voie de développement. La mondialisation nous a plongés dans un monde de dépendance commune dans lequel nous avons de moins en moins de contrôle. Nous devons repenser notre monde et notre société. En consommant selon nos réels besoins et non selon nos désirs, il y aurait moins de pollution, moins de problèmes de santé et nous serions peut-être en mesure de mieux agir face aux changements climatiques. Avec l'autonomie énergétique, il serait possible de sortir de cet asservissement. En trouvant un équilibre entre nos besoins et les ressources mises à notre disposition, il serait plus facile d'atteindre cette autosuffisance.

À l'échelle du consommateur, nous pourrions avoir un contrôle direct sur notre production d'énergie et l'utiliser selon nos besoins. Il nous faudrait développer la capacité de stocker ce dont nous aurions besoin et gérer intelligemment les excès. La plus grande proximité qu'il y aurait entre le consommateur et le producteur permettrait une conscience significative de la gestion de l'énergie. Des communautés autonomes sur le plan énergétique permettraient d'être témoins des résultats de la production. Actuellement, les consommateurs de pétrole ne sont pas témoins de tout ce qu'il

faut pour l'extraire, de la destruction d'écosystèmes engendrée et ne comprennent pas nécessairement les dommages causés lors des déversements de pétrole. Repenser notre façon de produire l'énergie pourrait donc aider à être plus prudents et peut-être plus sages avec l'utilisation que nous en faisons.

Se diriger dans la voie de l'autosuffisance consiste en un important défi pour tous et risque de faire peur. Il faudrait réduire nos déplacements, repenser nos villes, repenser les différentes expertises, etc. Cela affecterait directement le confort de milliers de personnes. Il y a différentes contraintes politiques, techniques, économiques et sociales certes, mais il y a possibilité d'agir pour un monde plus sain. Tous peuvent poser des petits gestes dès maintenant, qui, effectués par plusieurs en même temps, peuvent faire d'importants changements. D'ailleurs, n'oublions pas que notre propre corps est une source d'énergie, utilisons là pour nous. Pour mieux illustrer cette affirmation, l'utilisation de la bicyclette comme moyen de transport ne pollue pas et fonctionne avec l'énergie du corps. Voici des solutions nous rendant autonomes et en contrôle de nos besoins énergétiques.

Nous sommes dans une période où les modèles météorologiques sont difficiles à suivre puisque les changements climatiques évoluent rapidement. Mais, nous sommes aussi dans une période où nous pouvons changer nos façons de vivre et motiver les autres à faire de même afin de se transformer et devenir des terriens plus écoresponsables. Prenons soin de notre planète et contribuons ainsi à un monde meilleur !

Evelyn Forero et Abrielle Sirois-Cournoyer sont toutes les deux étudiantes à la M.SC en contexte d'innovations sociales aux HEC Montréal