

**Avenir énergétique du Québec
Sobriété et Problèmes énergétiques**

Mémoire présenté au
ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie
dans le cadre de la Consultation sur l'encadrement et le
développement des énergies propres au Québec

Mémoire présenté par
Bruno Detuncq
Professeur à la retraite de Polytechnique Montréal
spécialiste en combustion et énergie

31 juillet 2023

Table des matières du mémoire

- Introduction
- Problème de l'énergie
- Commentaires sur le questionnaire en ligne du gouvernement
- Potentiel d'électrification du Québec
- Recommandations
- Conclusions

Introduction

L'énergie a, depuis longtemps, été une source d'amélioration des conditions de vie des humains et en même temps un problème. L'énergie n'est jamais gratuite, il faut en dépenser pour en acquérir et il faut perturber la nature pour l'obtenir. L'humain ne crée pas d'énergie, il ne fait que de la puiser dans la nature et la transformer pour ses usages. L'énergie n'est pas une ressource comme une autre, elle est nécessaire pour tous les aspects de la vie des humains, que ce soit l'habitation, le transport, l'alimentation, et autres activités. Son prix, sa disponibilité, son impact sur l'environnement conditionnent l'ensemble du mode de vie ancien et moderne.

La transition énergétique entreprise au Québec, comme partout à travers le monde, n'est pas un processus lié à l'air du temps, c'est une nécessité vitale pour l'humanité. L'accès à une énergie très abondante et très bon marché grâce aux combustibles fossiles a entraîné l'humanité vers une catastrophe climatique et environnementale. C'est donc le secteur de l'énergie qui doit changer drastiquement, et ce aussi bien en termes de filières énergétiques qu'en termes de quantité d'énergie produite et consommée. Tout ce que font les humains a un impact sur la nature. Que ce soit construire un barrage, creuser de nouveaux puits de pétrole ou rouler en voiture électrique. Il y a toujours des retombées négatives. Ces retombées doivent être minimisées le plus possible. Le Québec ne vit pas en vase clos, la transition énergétique qui se fait ailleurs dans le monde a inévitablement des répercussions sur les efforts et capacités d'atteindre les cibles de décarbonation ici. Dans ce qui suit, nous allons élaborer cet énoncé.

Problème de l'énergie

Mais revenons dans le passé. Au tout début ce fut l'énergie musculaire qui était le moteur de l'action et le maintien de la vie. Les muscles fonctionnent grâce à la nourriture ingérée, mais cette nourriture doit être cueillie dans la nature, l'humain est un être hétérotrophe, il consomme du vivant pour faire du vivant. Cette quête est la première dépense nécessaire pour sa survie.

Puis vint la maîtrise du feu qui a été, sans doute, la plus grande révolution avec celle de la parole, et qui a permis aux humains de s'affranchir de deux grands dangers, le froid et les animaux prédateurs. Le feu a permis à l'homo sapiens de parcourir le monde et de s'adapter à toutes les niches écologiques, il a permis également le début de la culture matérielle en modifiant le monde qui l'entoure en créant des outils. Le problème principal que vivaient nos ancêtres était de produire le feu et de le conserver.

Le bois a été la première source d'énergie utilisée, c'est un combustible qui était très abondant et uniformément réparti, ou presque. La maîtrise du vent a permis ensuite le développement de la navigation sur de grandes distances, vint ensuite le travail animal qui a permis de remplacer une partie du travail musculaire des humains. Puis les moulins à eau et à vent ont lentement envahi le monde pour offrir une énergie mécanique permettant un travail plus facile et libérant les bras pour d'autres tâches. Ces trois formes d'énergies renouvelables, bois, vent, eau, ont été utilisées bien avant les énergies de sources fossiles.

Le charbon a été la matière première de la révolution industrielle des 18^e et 19^e siècles. Cette ressource se trouvait en abondance en certains lieux, mais sa répartition n'est pas uniforme. Une première injustice énergétique se dessine déjà à cette époque. La combustion du charbon pose déjà problème au niveau de la santé humaine localement par une forte pollution des centres industriels, ainsi qu'un début d'impact à long terme sur le climat. Cette perturbation a été identifiée pour la première fois par le chimiste suédois Svante Arrhenius en 1896. Malgré cet avertissement précoce, la consommation du charbon n'a jamais cessé d'augmenter.

Après sa première mise en production au milieu du 19^e siècle, le pétrole a commencé à prendre de plus en plus de place dans le monde occidental au tournant du 20^e siècle, principalement grâce au développement des moteurs à essence et diesel. La mobilité était promue comme une valeur, ce qui est toujours le cas. L'utilisation des combustibles liquides a connu une croissance très rapide après 1950, croissance qui se poursuit sans interruption, mais sous des formes différentes. Le déclin des réserves de pétrole conventionnel à partir de 1970, en Amérique du Nord, a été compensé plus tard par le développement du pétrole de schiste nécessitant la fracturation hydraulique, ainsi que par la mise en production des sables bitumineux. Les détériorations environnementales importantes induites par ces modes de production se combinent avec l'augmentation importante des émissions de GES. Les problèmes se superposent.

Le nucléaire civil a débuté à la même période, il a connu une croissance constante jusque dans les années 1990, mais stagne depuis cette époque. Les dangers de cette filière ont été mis en lumière de façon catastrophique par une série de défauts et d'erreurs qui ont apeuré les populations et les gouvernements. De plus, les réserves prouvées d'uranium de par le monde sont équivalentes à environ 90 ans ⁽¹⁾ d'utilisation au taux actuel. Si la consommation annuelle augmente, la durée des réserves diminuera. Le nucléaire représente en 2022 que 4 % de l'énergie primaire mondiale consommée ⁽²⁾, ce n'est donc pas une filière permettant une transition sécuritaire et viable à long terme. Ajouté à cela les problèmes non résolus des déchets radioactifs, cette filière ne peut être vue que comme un gouffre financier et un désastre écologique. Au Québec cette filière a été mise définitivement à l'arrêt en 2012, mais un site contaminé et qui présente des dangers pour de nombreuses années est toujours présent à Gentilly.

La production du gaz naturel a débuté timidement dans les années d'après-guerre, mais les ventes ont augmenté fortement à partir des années 70. Après un début de décroissance en fin 90 due à l'épuisement du gaz conventionnel, le gaz de fracturation est venu à la rescousse et a connu un boom depuis le début de 2000. Son déclin est à prévoir d'ici quelques années, son extraction demande beaucoup d'énergie, donc son taux de retour énergétique (EROI) est très faible, et des capitaux abondants doivent être investis souvent à perte. De plus, l'extraction du gaz de fracturation entraîne, comme pour le pétrole de schiste, des dommages environnementaux

importants, favorise des émissions fugitives de méthane, qui est un gaz à fort pouvoir de réchauffement, et sa combustion génère de grandes quantités de CO₂.

Fait à noter, jusqu'à maintenant il n'y a jamais eu de transition énergétique, l'humanité a seulement ajouté d'une nouvelle forme d'énergie à celles déjà utilisées, il y a addition, mais jamais soustraction. La transition énergétique doit débiter maintenant et sérieusement. Le constat est accablant, les énergies fossiles ont perturbé le climat et la décarbonation doit se faire rapidement. Ce ne sera pas facile, toutes les infrastructures, ainsi que l'inconscient collectif des populations du nord sont bâtis autour de ces combustibles.

Qu'importe la forme d'énergie que les humains utilisent, la finalité est toujours soit de produire de la chaleur, soit de produire un travail. Tout se résume à ces deux volets de la thermodynamique. La chaleur peut être utilisée pour chauffer un bâtiment, pour cuire des briques ou faire fondre de l'acier, mais elle reste de la chaleur comme vecteur énergétique. De l'autre côté, le travail peut être le déplacement d'un véhicule, moudre des grains, couper des arbres, ou toute autre activité qui nécessite un mouvement. Les sources énergétiques pour produire ce travail peuvent être multiples. La combustion a été un intermédiaire important depuis 200 ans de par le déploiement très large des moteurs thermiques. Mais l'urgence climatique oblige l'abandon de ces filières énergétiques.

L'électricité n'est qu'un vecteur énergétique, sa finalité est la même que tous les autres vecteurs, chaleur ou travail. Au Québec en 2022, l'électricité a fourni 45 % de toute l'énergie utilisée et elle est de source renouvelable, principalement hydraulique. Les 55 % d'énergie restant proviennent des combustibles fossiles. À travers le monde une part importante de l'électricité provient de centrales thermoélectriques brûlant des combustibles fossiles, le web fonctionne en bonne partie au charbon et au gaz naturel.

Avec la croissance de l'utilisation des combustibles fossiles à partir des années 50, et ce grâce à leurs prix très bas et leur abondance relative, les pays occidentaux ont imaginé un monde de croissance sans fin et sans problème, mais les chocs pétroliers de 1973 et 1979 ont commencé à fissurer cette vision simpliste, le dérèglement climatique a confirmé le fait que cette vision est obsolète. Mais l'idéologie est tenace, on ne veut pas voir les problèmes qui commencent à être nommés, mesurés et sentis. La désinformation a débuté dès cette époque pour rendre aveugles les décideurs et les citoyens. Les problèmes de l'énergie ont pris une nouvelle teinte, grise pour les gens qui veulent voir et transparente pour les autres, qui sont plus nombreux. Les problèmes ne peuvent que s'amplifier avec l'augmentation de la consommation des combustibles fossiles.

La mesure de la concentration atmosphérique du CO₂ a commencé en 1958 à Hawaï et la croissance de cette concentration a alerté les scientifiques du monde entier. Un long processus a débuté pour créer les instances internationales dédiées à l'étude du climat et à promouvoir des négociations visant à endiguer le problème, mais les pays producteurs d'énergie fossile font obstacle aux changements, le Canada ne fait pas exception malgré ses discours.

L'énergie est passée en 100 ans d'un problème d'une ressource peu abondante et mal distribuée à, dans les années 80, un problème d'une ressource très abondante et perturbatrice du climat et des écosystèmes. L'abondance de l'énergie a permis aux humains de s'imaginer être les maîtres de la

nature, sans en voir les effets délétères. L'énergie est devenue le moteur de tout développement ainsi que son côté destructeur. Problème à plusieurs couches.

Les énergies renouvelables, nouvelle mouture, sont en croissance exponentielle depuis 20 ans. Le prix du kWh installé en énergie solaire et éolien n'a fait que décroître et la puissance installée n'a fait que croître durant cette période, ce qui leur permet maintenant de concurrencer les énergies fossiles. Mais un nouveau problème se pointe rapidement à l'horizon. Pour produire ces énergies, il est nécessaire d'extraire du sous-sol des matériaux, qui peuvent être soit déjà fortement utilisés, comme le cuivre, soit nouveau, comme le néodyme, élément chimique utilisé pour fabriquer les aimants permanents des éoliennes. Toute extraction minière entraîne détérioration de l'environnement et diminution de la disponibilité de la matière première.

La peur de manquer de matériaux stratégiques pour la transition est déjà dans l'air et le développement de projets d'exploitation des nodules polymétalliques dans les fonds marins à plus de 4000 mètres de profondeur comme réponse à ce manque est une preuve du problème des ressources. Très peu de recherches sérieuses ont été faites jusqu'à maintenant, mais des entreprises se disent déjà en préparation pour démarrer cette exploitation d'ici 2 ans, et ce, sans connaître les conséquences environnementales de ce type de développement en eaux internationales. Une hypothèse qui semble très plausible, c'est que cette activité risque de remettre en suspension et faire remonter vers la surface de grandes quantités de carbone qui a été séquestré dans les fonds marins, carbone provenant des activités humaines. Cela peut avoir des conséquences désastreuses sur la capacité des océans de capter le CO₂ émis annuellement par la combustion ⁽³⁾.

En 2022, les énergies renouvelables, comprenant l'hydroélectricité, représentaient 13,3 % de l'énergie primaire consommée de par le monde. Les combustibles fossiles en ont fourni 82,7 % et le nucléaire 4 %. Une lutte très forte se structure pour l'accaparement des matériaux stratégiques devant servir à la transition énergétique, et la rareté de ces ressources ⁽⁴⁾ devient le nouveau problème de l'énergie. Les pays les plus riches et les plus puissants, ce qui n'est pas la même chose, vont, fort probablement, exploiter à leurs profits ces ressources, ce qui ira certainement vers l'accélération de leur raréfaction et une augmentation des prix, et fort probablement à des difficultés croissantes pour les pays du sud. Compter sur l'économie circulaire pour pallier au manque de ressources est erroné, il faut en premier lieu construire les installations de production d'énergie renouvelable avec des matériaux neufs avant de penser les recycler. De plus la circularité est un leurre, il y a toujours perte par dispersion, on devrait parler de spirale décroissante.

Même si le Québec produit actuellement 45 % de son énergie par des renouvelables, combler le 55 % restant sera contraint par la capacité de se procurer les matériaux nécessaires sur un marché difficile et qui évoluera vers des limitations de disponibilité. C'est ici que la sobriété prend son importance dans le débat sur l'énergie.

Commentaires sur le questionnaire en ligne du gouvernement

Au regard de ce qui a été mentionné plus haut, et par l'analyse des documents que le gouvernement a mis en ligne pour la consultation, fort est de constater que le gouvernement du Québec a une vision naïve de la transition énergétique, ce qui ne peut que pénaliser l'ensemble de la population. Que l'énergie soit produite par une société d'État, Hydro-Québec, ou par des corporations privées, le problème des ressources reste le même, le privé n'a pas de solutions miracles. Vouloir

décarboner la société d'ici 2050, ce qui est une nécessité, implique que toute l'énergie actuellement fournie par les combustibles fossiles devra l'être par les énergies renouvelables. De plus, les échéances sont très serrées, moins de 27 ans d'ici 2050. Déjà ce transfert massif de source d'énergie fossile vers les renouvelables sera difficile à faire, mais en plus le gouvernement parle abondamment de croissance dans ses documents. Qui dit croissance, dit augmentation de la consommation énergétique et augmentation de la probabilité d'échec.

Le questionnaire grand public disponible sur le web fait, dans les prémisses, la différence entre efficacité et sobriété énergétique, mais sans définir ces termes et en gardant flou leur utilisation. La confusion est garantie. Le thème de la sobriété n'est plus repris, sauf en filigrane pour l'ajustement des tarifs d'électricité, donc relevant uniquement de la responsabilité des citoyennes et citoyens.

Dans les documents gouvernementaux, il est très peu question des changements climatiques et très peu des émissions de GES. La question du pourquoi la transition énergétique n'est pas soulevée. C'est une base déficiente dans tout le processus et qui teinte l'ensemble du questionnaire.

Potentiel d'électrification du Québec

Hypothèse générale :

Les calculs sont faits pour une condition statique, c'est-à-dire que l'on suppose qu'il n'y a aucun changement de démographie d'ici l'électrification complète, ou presque, et aucune augmentation de la consommation par personne. Il est grandement souhaitable que cette transition soit complétée d'ici 2050. De nouveaux calculs pourraient être faits pour différentes hypothèses de croissance, mais la condition statique présente un point de départ intéressant pour analyser les difficultés d'électrifications du Québec.

Des hypothèses spécifiques seront utilisées pour les trois grands secteurs d'activité analysés et qui permettront de procéder à des calculs pour déterminer l'ordre de grandeur des besoins en électricité nécessaire pour décarboner tout ce qui peut l'être, et sans changement du mode de vie.

Potentiel d'électrification du transport

Hypothèse : Toutes les voitures individuelles sont électriques.

Calculs préliminaires en utilisant les données de Ressources naturelles Canada et de la SAAQ et en utilisant des hypothèses réalistes concernant les pertes d'énergie inévitables du site de production électrique aux roues d'un véhicule électrique moyen. Seuls les véhicules dits de promenade sont considérés, le secteur du transport de marchandises est exclu des calculs.

- Consommation moyenne pour une voiture électrique : 21 kWh / 100 km (*)
- Distance moyenne annuelle parcourue par auto au Québec : 15 000 km / an
- Énergie consommée par les 5,2 millions de voitures électriques ⁽⁵⁾
 $21 \text{ kWh} \times 15\,000 \text{ km/an} \times 5,2 \times 10^6 \div 100 = 1,63 \times 10^{10} \text{ kWh} = 59 \text{ PJ / an}$
- Rendement de conversion énergétique depuis la source jusqu'au véhicule : ~ 85% (**)
- Énergie électrique à produire par Hydro-Québec pour le parc d'auto électrique :

$$59 \text{ PJ/an} \div 0.85 = 69,4 \text{ PJ/an} = 19,3 \text{ TWh}$$

- Pourcentage de l'énergie électrique distribuée par d'Hydro-Québec en 2021 et qui serait nécessaire pour satisfaire les besoins d'électrification complète du parc automobile :

$$19,3 \text{ TWh} \div 202,7 \text{ TWh} = \text{environ } 10 \%$$

- La recharge électrique des véhicules devrait se faire principalement dans les périodes hors pointe, autrement il y a problème pour Hydro-Québec pour satisfaire la demande.

* Valeur obtenue pour la moyenne des véhicules électriques vendus au Canada en prenant en compte les variations de rendement selon le régime moteur et le poids moyen des nouveaux modèles. Valeur obtenue sur bac d'essais ⁽⁶⁾.

** Ce rendement prend en compte les pertes d'énergie dans le transport électrique haute tension, dans le transport électrique basse tension, dans la conversion AC à DC, les pertes de courant de fuite dans les batteries, ainsi que le besoin de chauffage de l'habitacle en hiver ⁽⁷⁾. Les pertes internes du véhicule, sauf celles des batteries, sont incluses dans la consommation moyenne mesurée en laboratoire.

Le secteur du transport de marchandises n'est pas inclus, car actuellement aucune voie privilégiée pour décarboner ce secteur ne se démarque. Ce secteur sera plus complexe à convertir, mais il doit l'être, il représente près de 40% des émissions totales de GES du domaine du transport au Québec. Il est possible que plusieurs filières soient déployées en parallèle, que ce soit l'électrification avec batteries, le passage à l'hydrogène comprimé ou transformé en ammoniac, ou couplé à une pile à hydrogène, ou autre système non encore commercialisé.

Toutes ces approches passent quand même par l'utilisation d'une plus grande quantité d'électricité, mais l'efficacité de conversion est différente d'une filière à l'autre. Il est actuellement hasardeux de conclure sur les développements futurs, mais l'ordre de grandeur de la demande en électricité devrait être assez proche que celui des véhicules individuels.

Potentiel d'électrification de l'industrie

Données :

- Pourcentage des émissions de GES en 2018 (2e secteur émetteur) : 31 %
 - 52,6 % provenant des procédés industriels
 - 46,8 % provenant de l'usage de combustibles fossiles à des fins énergétiques
- Gains d'efficacité en passant de combustibles fossiles à l'électricité ⁽⁸⁾ : de 15% à 45%
- Énergie totale utilisée par l'industrie en 2018, excluant l'agriculture ⁽⁹⁾ : 622 PJ = 175,8 TWh
- Énergie provenant de la combustion en industrie :
 - Pétrole : 9% -- Gaz naturel : 24% -- Biocombustibles : 14%
 - Charbon : 2% -- LNG : 0,4%
- On ne prend pas en compte les biocombustibles n'étant pas de source fossile.
- Pourcentage de l'énergie utilisée en industrie provenant de combustibles fossiles : 35,4%
 - Énergie fournie par les combustibles fossiles : 175,8 TWh x 0,354 = 62,2 TWh

Hypothèse :

- Environ 65 % de l'énergie de source fossile utilisée en industrie peut être électrifiée ⁽⁷⁾

- La majorité des équipements de chauffage utilisant des combustibles fossiles ont des rendements énergétiques variant entre 60% et 95%
 - Tout dépend de la capacité de récupération de la chaleur des gaz brûlés
 - En contexte industriel une valeur raisonnable de rendement est : 70%
- Les équipements de chauffage électrique ont des rendements entre 90% et 100% selon les pertes de chaleur

Calculs :

- Énergie fournie par les combustibles fossiles : 62,2 TWh
- Pour 65% des usages électrifiables : $62,2 * 0,65 = 40,45$ TWh
 - Le reste devrait utiliser une autre source d'énergie, type biocombustibles ou hydrogène
- Le calcul ne prend pas en compte les gains d'efficacités en passant à l'électricité. Trop de variables sont en jeu selon les secteurs d'activités. Des calculs détaillés par secteur industriel permettraient d'obtenir une évaluation un peu plus précise.
- Pourcentage de l'électricité vendue par Hydro-Québec en 2020 et qui serait utilisé par le secteur industriel s'il est électrifié à son maximum : $40,45 / 202,7 = 20 \%$

Potentiel d'électrification du secteur du bâtiment

Données :

Émissions de GES :

- 10,3 % des émissions totales du Québec en 2017 proviennent de ce secteur (3e)
- 59,5 % provenant des secteurs commercial et institutionnel
 - Pétrole et gaz naturel sont la principale source d'énergie
- 40,5 % provenant du secteur résidentiel
 - Plus de 80 % des ménages se chauffaient à l'électricité
- 52,9 % de diminution dans le secteur résidentiel entre 1990 et 2017
 - Abandon du mazout pour l'électricité
- +13,9 % d'augmentation dans le secteur commercial institutionnel
 - Augmentation marquée des superficies et de la consommation de gaz naturel

Hypothèse :

- Toute l'énergie fournie par les combustibles fossiles peut être convertie à l'électricité
- Gain d'efficacité en passant à l'électricité : ~20%
- Il n'est pas pris en compte les gains de rendement thermique dus à une amélioration de l'isolation des bâtiments, ainsi que par l'utilisation de pompes à chaleur

Calculs :

- Énergie consommée par le bâtiment : 31% de 1881 PJ = 583 PJ = 162 TWh ⁽⁸⁾
 - Résidentiel : 18 % --- Commercial & Institutionnel : 14 %
- Énergie fournie par le gaz naturel :
 - Résidentiel : 27,09 PJ -- Commercial : 81,64 PJ -- Total = 108,73 PJ
- Énergie fournie par le mazout :
 - Résidentiel : 16,93 PJ -- Commercial : 39,5 PJ -- Total = 56,43 PJ
- Énergie totale fournie par les combustibles fossiles = 165,16 PJ
- Énergie électrique à fournir en remplacement :
 - $165,16 \text{ PJ} - 20\% = 132 \text{ PJ} = 36,7 \text{ TWh}$

Potentiel d'électrification total du Québec en 2050

Données et Calculs :

- Consommation d'électricité en 2020 au Québec ⁽¹⁰⁾ : 202,7 TWh
- Électrification des transports -- énergie annuelle supplémentaire à fournir : 19,3 TWh
- Électrification de l'industrie -- énergie annuelle supplémentaire à fournir : 40,45 TWh
- Électrification des bâtiments -- énergie annuelle supplémentaire à fournir : 36,7 TWh
- Énergie électrique supplémentaire qu'Hydro-Québec devrait fournir d'ici 2050 pour électrifier l'ensemble de la société : $19,3 + 40,45 + 36,7 = \mathbf{96,5 \text{ TWh}}$
- Énergie électrique à fournir si tous les secteurs électrifiables le sont :
 $202,7 + 96,5 = \mathbf{300 \text{ TWh}}$ (après arrondis)

Attention :

Les calculs ne prennent en compte que 3 secteurs d'activités qui recouvrent, il est vrai, la grande majorité des demandes énergétiques, mais le secteur du transport des marchandises, ainsi que le secteur agricole ne sont pas pris en compte. La production d'hydrogène vert n'a pas non plus été retenue dans les calculs, trop d'hypothèses seraient à avancer pour définir les besoins de cette filière. En faisant l'hypothèse que le transport des marchandises est du même ordre de grandeur que le transport de personnes, et en ajoutant les besoins pour l'agriculture, la valeur totale des besoins nouveaux en électricité est de l'ordre de **125 TWh** en 2050.

Il est fort probable que la population va augmenter dans le futur, et selon l'Institut de la statistique du Québec ⁽¹¹⁾, la population devrait atteindre près de 10 millions de personnes en 2066. Même avec une consommation constante par personne, les besoins énergétiques globaux augmenteront, si des changements profonds ne sont pas entrepris.

Recommandations

Dans les lignes qui suivent seront proposées quelques recommandations visant la réduction de la consommation d'énergie dans les trois secteurs d'activités analysés plus haut, puis suivront plusieurs recommandations portant sur le gaz naturel et la gestion de l'énergie au Québec.

Transport

Dans les documents que le gouvernement a déposés sur le site web de la consultation, il est très peu question de transport collectif électrique urbain et interurbain, pourtant le développement de ce secteur permettrait du même coup de réduire les émissions de GES dans les années à venir et de réduire la demande d'énergie électrique dans un avenir plus lointain, en plus de réduire les problèmes d'embouteillage urbains.

En sachant qu'environ les 3/4 de la population du Québec vivent dans une zone urbaine et périurbaine, il est possible d'avancer l'hypothèse que 75 % des besoins en mobilité peuvent être assumés par le transport collectif urbain et interurbain, ainsi que par le transport actif. En considérant que ces modes de transport permettent une réduction de la consommation d'énergie par passager et par kilomètre parcouru d'un facteur de 2 à 3, dépendant du mode mis en place, il

est alors possible d'envisager une diminution minimale de 50 % de l'énergie électrique utilisée pour le déplacement des personnes. L'usage de l'auto individuelle, principalement dans les régions de faible densité de population et dans les cas de déplacement urbains nécessitant une automobile, ne représenterait alors que 25 % du total des déplacements. Cette transformation aura un impact important en termes de ressource électrique dédiée à la mobilité, en plus de diminuer le besoin de construire de nouveaux véhicules, processus très énergivore et consommateur de grandes quantités de matières premières.

Le transport de marchandises est globalement très peu efficace, principalement par le surdimensionnement des camions de livraison en zone urbaine, et par le transport à vide de nombreux véhicules sur route. Dans les zones urbaines, il serait avantageux de développer un système de tramway dans lequel une section des voitures serait utilisée pour le transport de marchandises à l'extérieur des heures de pointe. Ce système pourrait être mis en place dès maintenant dans le métro de Montréal.

Afin de dissuader les consommateurs d'acheter des véhicules électriques surdimensionnés et énergivores, il est essentiel d'imposer une taxe aux véhicules individuels en rapport avec la masse de l'auto. On voit apparaître des véhicules électriques de plus en plus gros, ce qui pénalisera tous les autres secteurs d'activités en s'accaparant plus d'énergie que nécessaire pour se déplacer.

Industrie

Dans un monde où la ressource 'énergie' devient limitée, il est impératif de développer des critères qui permettront de définir les projets industriels à accepter ou à refuser. Le Québec ne peut pas dire oui à tous les projets venus de l'extérieur, ou à l'interne, et qui sont gourmands en énergie. Le nombre d'emplois créés par tranche d'énergie consommée pourrait être un élément à considérer en tout premier lieu.

Un autre critère qui doit être considéré est le type de filière énergétique qu'une industrie utilise. Ne favoriser que les industries ne nécessitant pas ou peu un processus de combustion dans ses procédés de fabrication.

L'analyse de la consommation énergétique des industries doit également être faite pour déterminer les multiples gains qui peuvent découler d'un travail sérieux. Gains au niveau de la réduction des pertes énergétiques, gains au niveau de la récupération de chaleur basse température et sa redistribution dans des boucles thermiques locales, gains par l'optimisation des procédés. La sobriété doit également être envisagée au niveau industriel. Deux exemples, diminuer les déplacements inutiles et les dimensions des bureaux des dirigeants, diminuer l'utilisation de sous-traitants qui oblige le déplacement d'une même pièce fabriquée à travers plusieurs usines dispersées sur un grand territoire. Une certification '**Écoresponsable étoile**' devrait être mise en place pour évaluer la performance de la fabrication des objets sur tout le cycle allant de la conception à la vente. Cette certification devrait de plus indiquer le degré de réparabilité et de recyclage des produits manufacturés.

Bâtiment

Le bâtiment représente le deuxième poste en termes de consommation énergétique tout de suite derrière l'industrie. Une amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments existants permettrait d'économiser au moins la moitié de la consommation actuelle. De vastes chantiers sont donc à déployer pour permettre cette transformation qui doit toucher aussi bien le résidentiel que le commercial et l'institutionnel. Les capitaux investis, ainsi que la main-d'œuvre impliquée dans ces actions sur une période de 25 ans seront rentables, car ce sera des sommes importantes qu'il ne sera pas nécessaire d'investir dans la production d'énergie, production qui deviendra de plus en plus onéreuse. De plus, la réfection d'un bâtiment permet une économie d'énergie à long terme sans avoir à refaire de nouvelles dépenses chaque année, les gains sont pérennes. L'énergie non consommée est la plus économique.

Les actions prioritaires à poser pourraient inclure les idées suivantes :

- La refonte du code du bâtiment.
- L'analyse des bâtiments existants pour en déterminer la consommation énergétique et l'octroi d'une cote énergétique à chaque bâtiment résidentiel, commercial ou institutionnel.
- La mise en place d'aide à la réfection pour améliorer la thermique des bâtiments.

Plus de 73% de l'énergie utilisée dans les secteurs commercial et institutionnel du bâtiment proviennent de combustibles fossiles. Un effort important doit être fait pour électrifier ces secteurs. L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments permettra ce transfert énergétique sans augmenter de façon excessive les besoins en électricité. L'utilisation de pompes à chaleur basse température, d'accumulateurs thermiques et de la géothermique permettrait de rendre ce secteur plus efficace énergétiquement.

L'efficacité énergétique des bâtiments permet de diminuer considérablement les besoins énergétiques, mais procure en plus un bien-être important aux occupants des logements. Lorsque le lieu de résidence est plus confortable, cela procure un bénéfice psychologique et social important qui va dans le sens d'une redistribution de la richesse, le bien-être des populations par des habitations saines n'est pas un luxe.

La densification des zones urbaines est une nécessité pour diminuer aussi bien l'énergie consommée par unité d'habitation que pour faciliter le déploiement du transport collectif. Tout nouveau développement domiciliaire doit répondre à certains critères, comme le nombre d'habitants au km², la consommation énergétique par unité d'habitation, la proximité de transport collectif, ainsi qu'une présence minimale d'arbres et de végétation dans ce développement.

Gaz naturel & GNR

Le gaz naturel est encore considéré par le gouvernement comme une énergie de transition et la biénergie est présentée comme nécessaire. De plus le GNR est annoncé comme étant de plus en plus abondant dans l'avenir. Mais jamais le gaz de fracturation n'apparaît comme la composante principale du gaz distribué dans les réseaux. L'évolution du climat devrait inciter tout gouvernement à plus de sens des responsabilités, le gaz naturel doit être en diminution partout pour être éliminé d'ici 2040 au plus tard. Chaque tonne de CO₂ émis est une tonne de trop.

Considérant cette décroissance nécessaire de la consommation du gaz naturel, le développement de nouvelles centrales thermoélectriques au gaz de fracturation est une aberration. Certaines questions posées laissent entendre que le gouvernement ouvre la porte à cette approche. C'est de l'irresponsabilité climatique.

Le GNR, il faudrait l'appeler plus correctement « gaz manufacturé », est perçu différemment selon l'endroit où on habite. Dans les régions agricoles et forestières, le GNR est vu positivement, ailleurs c'est plus contrasté. Malheureusement il y a un manque important d'information globale et crédible sur le potentiel de production. Les décisions se prennent selon les intérêts financiers de certains, mais sans évaluation complète d'un secteur qui est d'une part très dispersé sur le territoire et très différent selon la source de la matière première. Les évaluations qui ont été faites par la firme WSP en 2021 concernant la forêt sont très largement exagérées si l'on compare avec des évaluations européennes. Forêts qui en ce moment est sérieusement mise à mal par les feux et les ravageurs. Les ressources du côté agricole sont limitées et toute ponction importante de la biomasse ne fera que d'appauvrir les sols. La prudence est donc de mise dans le développement de cette filière, qui restera sans doute marginale. L'usage du gaz manufacturé peut être écologiquement viable, si sa production et consommation se font en circuit court en respectant les limites biologiques du territoire. Des études sont à faire.

La question du bioéthanol et de l'hydrogène vert est vue par le gouvernement comme étant seulement une question de coûts de production plus élevés et de déterminer qui doit payer, mais jamais il n'est question de la provenance de ces vecteurs énergétiques ni où doivent être utilisés ces combustibles. Une analyse faisant intervenir l'évaluation du taux de retour énergétique (EROI) doit être faite avant tout développement de ces approches, autrement le gaspillage d'énergie est assuré.

Gestion de l'énergie au Québec

Le Plan stratégique 2022-2026 d'Hydro-Québec prévoit une demande supplémentaire de 100 TWh d'ici 2050, très semblable à mes calculs en régime statique et en laissant de côté le transport des marchandises. Pour satisfaire cette demande, Hydro-Québec compte sur l'amélioration de l'efficacité énergétique de ses barrages, sur le déploiement de ressources en éolien ainsi que sur l'efficacité énergétique de l'ensemble de la société. Ce sera nettement insuffisant.

Le rapport Dunsky ⁽¹²⁾ de 2021 propose une augmentation de la production de 148 TWh en 2050 pour atteindre un total de 350 TWh de production électrique. Augmentation principalement obtenue par ajout d'énergie éolienne. Le rapport de Dunsky ne décrit aucunement les hypothèses et prémisses qui sont utilisées pour arriver à cette valeur. Cela relève plus de la pensée magique que de la réalité.

Que ce soit pour les projections d'Hydro-Québec ou de Dunsky, il est très hasardeux de penser qu'il sera possible d'atteindre ce surplus de 100 TWh en si peu de temps. Les infrastructures à mettre en place sont énormes et le temps manque, il ne reste que 27 ans. Ces installations impliquent un financement imposant, de former et mettre à l'œuvre de nombreux travailleurs ainsi que de se procurer les matériaux pour construire toutes ces structures. La construction de nouveaux barrages risque d'une part d'être un long processus, mais surtout à de fortes chances de rencontrer beaucoup d'opposition citoyenne. Pour ce qui est de la filière nucléaire, son implantation au

Québec est assurée de rencontrer une si forte opposition que tout gouvernement poussant cette idée se mettra une partie importante de la population à dos, sujet politiquement miné.

Le passage de l'énergie primaire provenant de combustibles fossiles, au tout électrique, implique une croissance de la production d'énergie électrique de sources renouvelables, ce qui fera augmenter énormément les contraintes sur le réseau de transport et de distribution électrique. Des questions importantes seront à étudier concernant, entre autres, la régulation de la demande électrique, la fiabilité du réseau, l'équité pour l'accès à l'énergie, et autres considérations. Ce débat ne peut se faire de façon sereine que si les principes de la gestion intégrée des ressources sont mis en place et centralisés pour assurer un juste partage. Le secteur privé n'a donc pas sa place dans ce domaine, sauf qu'en tant que fournisseur des équipements et installateurs de ceux-ci, mais pas au niveau de son fonctionnement.

Il est nécessaire de renforcer le mandat d'Hydro-Québec pour que la société d'État puisse jouer pleinement son rôle au niveau de la production et de l'approvisionnement de l'électricité aux différents types de consommateurs. La complexité est en augmentation de par le retrait des énergies fossiles, mais également par les changements climatiques qui rendront plus fréquentes les périodes de sécheresse suivi de périodes de pluie trop abondantes. Aucune entreprise privée ne peut répondre adéquatement à ces enjeux sur un territoire aussi vaste que le Québec. La régionalisation du contrôle de la distribution électrique risque de fragiliser des populations et de créer des injustices.

Les calculs présentés plus haut visent principalement à identifier dans quel secteur et à quel niveau les économies d'énergie peuvent et doivent être faites. Les sommes investies pour réduire la demande énergétique dans les trois secteurs étudiés permettront au Québec de contrôler les coûts sur son territoire en termes de Watts non produits et d'éviter de devenir prisonnier du marché international des matériaux stratégiques dédiés à la production de plus d'énergie électrique, ce qui risque d'être très pénalisant pour la balance commerciale du Québec.

La sobriété énergétique couplée à l'efficacité énergétique est un impératif, cette approche nécessite comme premiers pas la mise en place de programmes de sensibilisation aux enjeux énergétiques et écologiques, ainsi que la promulgation d'une série de nouvelles lois et règlements permettant le déploiement de ces approches. Un courage politique est donc la prémisse.

Dans le questionnaire au grand public ainsi que celui destiné aux experts, plusieurs questions font la promotion d'un cadre de gouvernance flexible de l'énergie pour s'adapter à l'évolution du secteur, mais jamais il n'est défini ce que représente la flexibilité en termes de relation publique/privé. On peut soupçonner que flexibilité rime avec déréglementation. Cette approche n'a fait que d'amplifier les inégalités partout où elle a été appliquée. C'est une avenue à ne pas emprunter.

L'énergie renouvelable produite au Québec et exportée ne sert que très peu à décarboner nos voisins, un effet d'accumulation de sources d'énergie est manifeste. Aux USA le charbon a été en partie remplacé par le gaz naturel de fracturation et l'électricité du Québec a été ajoutée à ce cocktail en permettant un accroissement de la quantité d'énergie totale consommée. Il n'y a pas substitution d'une énergie fossile par une énergie renouvelable. La vente d'hydroélectricité ne fait que de nourrir le désir de croissance.

Tous les contraintes et arbitrages reliés à la gestion de l'énergie au Québec doivent être dévolus à un organisme indépendant et apolitique. Cet organisme existe déjà, c'est la Régie de l'énergie. Pour mener à bien cette mission revue et augmentée, le gouvernement doit voter un nouveau cadre légal de la Régie pour que cet organisme puisse s'acquitter de son mandat, cadre permettant d'augmenter le nombre d'intervenants pour agrandir le bassin d'expertise interne à la Régie, lui permettre de faire appel à des experts externes, par exemple des universitaires spécialistes de certains domaines, ainsi que pour amener sur la place publique la question de l'énergie de façon à sensibiliser la population aux enjeux et problématiques de ce domaine essentiel.

Conclusions

La crise climatique s'intensifie, la crise de la biodiversité s'amplifie de façon importante, la crise énergétique ne fera qu'exacerber les deux premières. L'idéologie de la croissance ne peut que faire en sorte que les gouvernements se retourneront vers des énergies très polluantes, charbon, gaz de schiste ou nucléaire, c'est déjà le cas, en plus de favoriser la course aux métaux critiques faisant en sorte que les pays les moins puissants se retrouveront très défavorisés, le prix de ces métaux les empêchant d'avoir accès aux énergies renouvelables. Afin de ne pas accentuer les crises, une autre approche doit être mise de l'avant, la sobriété énergétique.

L'air, l'eau et le soleil n'appartiennent à personne et les énergies qui y sont puisées doivent être considérées comme un bien commun, un patrimoine de l'humanité à protéger et non un objet de spéculations au bénéfice d'une minorité, la privatisation de la production électrique doit être exclue. La recherche de profits toujours plus élevés ne permet pas de gérer la transition énergétique au profit de l'ensemble de la population.

La description des problématiques liées à l'énergie qui a été développée dans l'introduction, a pour but de mettre en garde contre une vision simpliste du secteur de l'énergie, vision qui a comme objectif l'augmentation de la production d'énergie sans prendre en compte les limitations biophysiques de la planète et les retombées pénalisantes aussi bien pour les humains que pour les écosystèmes. L'énergie doit être vue comme un service offert par la nature et non comme une contrainte que l'on impose à la nature pour répondre à des caprices humains. Une vision globale doit être développée qui inclura tous les aspects de la transition, dont le dialogue social. L'énergie demeurera toujours un problème pour les sociétés humains, mais faisons en sorte de minimiser l'ampleur des dégâts créés par sa production et utilisons cette ressource comme un levier permettant de tendre vers une justice énergétique et une justice sociale pour les populations d'ici, d'ailleurs, et à venir.

Un problème que l'on ne veut pas voir prend toujours plus d'ampleur qu'un problème que l'on analyse avec sérieux.

Références :

-
- ¹ <https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/uranium-resources/supply-of-uranium.aspx>
 - ² <http://www.bp.com/statisticalreview>
 - ³ <https://notesdelacolline.ca/2022/07/21/dans-les-profondeurs-des-oceans-droit-international-et-exploitation-mini%C3%A8re-des-grands-fonds-marins/>
 - ⁴ https://tupa.gtk.fi/raportti/arkisto/42_2021.pdf
 - ⁵ <https://saaq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/espace-recherche/dossier-statistique-2021-bilan-routier.pdf> ; page 24
 - ⁶ <https://www.rncan.gc.ca/sites/nrcan/files/oe/pdf/transports/outils/consommation-carburant/Guide%20de%20consommation%20de%20carburant%202021.pdf#page=43>
 - ⁷ <https://www.fiches-auto.fr/articles-auto/voiture-electrique/s-2491-pertes-energetiques-et-recharge-pourquoi-et-combien-.php>
 - ⁸ https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2020/01/Rapport-d%C3%A9tude_2020-1_PARADIS-MICHAUD.pdf
 - ⁹ https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2021/01/EEQ2021_web.pdf
 - ¹⁰ <https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/rapport-annuel-2020-hydro-quebec.pdf>
 - ¹¹ <https://statistique.quebec.ca/fr/communique/vers-une-population-de-10-millions-de-personnes-au-quebec-2066>
 - ¹² <https://www.dunsky.com/fr/trajec-toires-de-reduction-demissions-de-ges-du-quebec-horizons-2030-et-2050-mise-a-jour-2021/>