



Recherche/Action
Énergie, Économie, Écologie
contact@collectif-entropie.org

Commentaire

« Consultations particulières et auditions publiques sur le Projet de loi n° 69, Loi assurant la gouvernance responsable des ressources énergétiques et modifiant diverses dispositions législatives »

Septembre 2024

LETTRE DE TI-CUL LACHANCE
À SON PREMIER SOUS-MINISTRE (extraits)
Chanson de Gilles Vigneault (1977)

*« Tu penses que je m'en aperçois pas
Du moment que je dépense
Ce que tu me donnes en plus de mes repas
Mais rien à faire on pense
Dans tes menteries télévisées
Des fois tu oublies de te déguiser
Pis on voit tes deux faces
Tu vends mon chemin, tu vends mon pas
Tu vends mon temps, pis mon espace
Tu penses que je m'en aperçois pas
(...)
Des matins je me lève Esquimau
Je te vois vider l'Arctique
L'eau, les humains, les animaux
À des prix électriques
Je peux pas croire que tu sois si bas
Je peux pas croire que tu sois si rat
Faudrait que tu sois si bête
À semer du vent de cette force-là
Tu te prépares une joyeuse tempête
Peut-être bien que tu t'en aperçois pas »*

EN BREF :

1- Sur la mission première de notre Société d'État :

Sous couvert de « décarbonation »^{1 2}, on détourne Hydro-Québec de sa mission première, celle, essentielle, d'assurer un service fiable, à un coût raisonnable. Ceci, avec tous les risques que cela comporte...

Il existe en droit administratif une notion appelée "*Test de l'Investissement prudent*"³, qui oblige le fiduciaire à investir l'argent qui lui est confié comme si c'était le sien.

Est-ce que le plan d'action 2035 « *Vers un Québec décarboné et prospère* » de Michael Sabia (pharaonique !) ⁴ et les milliards injectés dans la filière batterie ("*Un choix industriel qui n'est assurément pas le bon pour le Québec*", selon l'économiste Frédéric Laurin⁵) et dans des technologies immatures, coûteuses et inefficaces (hydrogène « vert » ⁶, captage et stockage du carbone ⁷, etc.) rencontrerait les standards de ce test ? Il est permis d'en douter !

En réponse aux changements climatiques, les stratégies d'adaptation doivent, selon nous, être préférées aux mesures d'atténuation : pour mémoire, l'atténuation traite des causes du changement climatique – présumément l'accumulation de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère ⁸ - alors que l'adaptation concerne les impacts du changement climatique ⁹.

¹ Soulignons, par ailleurs, que la « décarbonation », soit la diminution de la quantité d'émissions de gaz à effet de serre produites par la combustion de combustibles fossiles, peut emprunter bien d'autres voies que la
² À titre d'exemple, les 354 MW concédés à NorthVolt ne contribueront pas à décarboner le Québec : <https://www.ledevoir.com/environnement/809334/northvolt-ne-reduira-pas-ges-quebec>

³ Voir Gordon E. Kaiser, *La doctrine de la prudence devant la Cour suprême du Canada*, Publication trimestrielle sur le règlementation de l'énergie, septembre 2014, Volume 2, Été 2014. Aussi, *The Supreme Court clarifies the role and nature of the prudence test in Canadian utility regulation*, Lexology, 24 Novembre 2015

⁴ Pour faire face à la croissance des besoins énergétiques, il faudra 60 TWh de plus d'ici 2035, ce qui correspond à l'ajout d'entre 8 000 et 9 000 MW de puissance. Voir *Vers un Québec décarboné et prospère, Plan d'action 2035*, Hydro-Québec. <http://nouvelles.hydroquebec.com/fr/communiqués-de-presse/1992/le-plan-dhydro-quebec-pour-permettre-la-decarbonation-contribuer-a-la-prospérité-du-quebec-et-repondre-aux-attentes-des-clients/>

⁵ *Critique économique du mode de développement de la filière batterie*, <https://fredericclairin.com/batteries/>
<https://www.lapresse.ca/dialogue/opinions/20231207/filieresdebatteries/ondeshabillesophiepourhabillerjacques.php>

⁶ Analyse : *Le projet Saint-Maurice, comme cheval de Troie (parties 1 et 2)*, Collectif Entropie (sur demande)

⁷ Laura Cameron, Angela Carter, *Why Carbon Capture and Storage Is Not a NetZero Solution for Canada's Oil and Gas Sector*, IISD, 2023, 19 p.

⁸ Nous modifions le climat par d'autres effets que les GES issus de la combustion des énergies fossiles : déforestation, surexploitation agricole, élevage, expansion des surfaces sombres, modification des écosystèmes terrestres et marins, etc...L'accroissement de la population est, par ailleurs, un déterminant qui n'est jamais adressé...

⁹ <https://www.equiterre.org/fr/ressources/fiche-changements-climatiques-et-strategies-daction>

Continuer, en soi, à privilégier l'efficacité, l'efficacité, l'économie et la sobriété en général est plus que souhaitable ¹⁰ mais engager temps, effectifs et ressources, au niveau local ¹¹, dans le but premier de diminuer les GES, avec les incertitudes significatives qui prévalent dans la science du climat ¹² et, parallèlement, le peu d'engagements de certains pays à travailler en ce sens ¹³, paraît, à court terme, plus qu'hasardeux. Comment, pourra-t-on, par ailleurs, mesurer l'impact réel de ces investissements, leur contribution spécifique à la « décarbonation » et leur incidence ultime sur le climat futur ? Prudence, donc...

Dans le contexte où les ressources de l'État sont limitées ¹⁴ et que le gouvernement doit continuer à pouvoir mener concurremment ses autres missions que sont l'éducation, la santé, la protection sociale, etc., les mesures d'adaptation, bien ciblées et économes, sont susceptibles de livrer des résultats plus tangibles...¹⁵ Hydro-Québec investira des sommes considérables pour gagner en résilience (ceci doit être LA priorité !), en faisant évoluer la conception et la gestion de son réseau et en optimisant le remplacement et la modernisation de ses actifs ¹⁶. Les municipalités, qui sont aussi sur la ligne de front, réclament, à juste titre, un appui gouvernemental pour adapter leurs infrastructures aux changements climatiques ¹⁷. Plusieurs autres mesures porteuses, bien adaptées au milieu récepteur, peuvent être mises de l'avant : améliorer la sécurité alimentaire par la culture en serre et l'ajustement des méthodes de cultures, réduire la consommation d'eau d'industries grandes utilisatrices, etc, etc.¹⁸.

Et, assurément, la transition énergétique ne doit pas consister, comme il est actuellement proposé, en une addition énergétique, qui risque d'être coûteuse ! ¹⁹ À ce titre, le

¹⁰ Même si le monde n'est pas exposé à un danger imminent d'épuisement des combustibles fossiles, à long terme, il faudra assurément les remplacer, et ce même en l'absence de tout lien avec le réchauffement climatique...

¹¹ Si le Québec se vidait de 100% de sa population, les émissions mondiales de GES seraient réduites de 0,17 % (N.B. les émissions de GES au Canada représentent 1,6 % des émissions mondiales). Voir *Les émissions de gaz à effet de serre dans le monde*, Énergie et Ressources naturelles, Gouvernement du Québec, mai 2019

¹² Judith A. Curry, *Climate uncertainty and risk, rethinking our response*, Anthem Press, 2023. Aussi R. Lindzen et al, *Net Zero averted temperature increase*, Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, MIT, Department of Physics, Princeton University, Department of Physics and Astronomy, York University, Juin 2024

¹³ L'économie chinoise, par exemple, est actuellement alimentée à 70 % par le charbon et ce sera encore le cas à 40 % en 2040.

¹⁴ *Un déficit record de 11 milliards pour 2024-2025*, Le Devoir, 13 mars 2024

<https://www.ledevoir.com/politique/quebec/808887/budget-quebec-2024-deficit-record-11-milliards-annee-vient>

¹⁵ Beata Caranci et al, *La fiabilité de l'approvisionnement en énergie est cruciale pour une transition durable vers l'énergie propre*, Services économiques TD, 13 avril 2022

¹⁶ *Plan stratégique 2022-2026*, p. 30

¹⁷ *Legault promet des sommes additionnelles aux municipalités*, La Presse, 2 mai 2023

¹⁸ *Changements climatiques et stratégies d'action*, Équiterre

¹⁹ Selon une étude récente produite par les chercheurs Jean-François Blain et Bertrand Schepper de l'Institut de recherche et d'informations socioéconomiques (IRIS), le plan du gouvernement d'augmenter massivement la production énergétique d'ici 2035 entraînera, au minimum, une hausse tarifaire de 65 à 75 % cumulativement sur 11 ans, soit 5 à 6 % par an et appauvrira inutilement les ménages et les entreprises...

<https://www.ledevoir.com/politique/quebec/819391/reforme-energetique-caq-va-couter-cher-previennent-deux-chercheurs>

gouvernement doit, dès à présent, décliner tout accueil de nouvelles entreprises énergivores et Hydro-Québec, qui entend quintupler ses ventes aux centres de données dans la prochaine décennie, réajuster ses plans ²⁰.

Finalement, le maintien d'un mix énergétique « sobre », voire décroissant, qui table aussi bien sur les énergies renouvelables que fossiles, nous semble un choix avisé et bien « adapté » dans le contexte actuel de grande instabilité, géopolitique, climatique, cybernétique, etc... Imaginons seulement un prochain verglas sans chauffage, transports et services publics !!!!!

2- Sur le projet de loi # 69, assurant la gouvernance responsable des ressources énergétiques

Ce projet impose des solutions de rupture par rapport aux consensus antérieurs, qui n'ont fait l'objet d'aucune véritable consultation publique, et qui seront, par ailleurs, difficiles à renverser, alors qu'on prévoit le dépôt d'un éventuel « Plan de gestion intégrée des ressources énergétiques »... en avril 2026 !

Ce projet de Loi n'affiche, par ailleurs, rien de la bonne gouvernance qu'il est censé prêcher...! Quelques exemples :

- Large discrétion laissée au Super Ministre et concentration de ses pouvoirs, notamment par le glissement de responsabilités de certains ministères vers le ministre de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie ;
- Affaiblissement, sous prétexte d'urgence et de demandes énergétiques grandissantes (catalysées par le démarchage international de notre ex-Super Ministre), des mécanismes d'adjudication ²¹, de vérification et de reddition de compte (« check and balance ») qui assurent normalement la qualité et l'abordabilité des projets, avec tous les risques de corruption et collusion que cette situation peut précipiter...²². Notons que puisqu' Hydro-Québec s'est institué « Maître d'œuvre » du chantier de production de 10 000 MW d'électricité éolienne au Québec, ces projets échapperont à la juridiction de la Régie de l'Énergie, parce qu'ils seront autorisés par le gouvernement du Québec...²³

²⁰ <https://www.ledevoir.com/societe/777811/crise-energetique-hydro-quebec-ou-se-situaient-les-desaccords-entre-sophie-brochu-et-le-gouvernement>

²¹ Le projet de loi abolit notamment l'obligation de procéder systématiquement par appel d'offres, pour favoriser l'intégration rapide des nouveaux approvisionnements.

²² La Vérificatrice Générale du Québec, Guylaine Leclerc, et le PDG de l'Autorité des marchés publics, Yves Trudel, se sont inquiétés récemment de la hausse des contrats accordés de gré à gré entre les entreprises et le gouvernement. Selon M. Trudel, il y a recrudescence de la présence du crime organisé et de la collusion dans le milieu de la construction...Ce type de contrat a augmenté de 30% depuis trois ans, selon l'AMP. <https://www.lapresse.ca/actualites/politique/2024-05-30/contrats-publics/la-collusion-reprend-la-route.php>

²³ <https://www.fasken.com/fr/knowledge/2024/06/comment-le-nouveau-projet-de-loi-vous-affectera>

Considérant l'ampleur des travaux à venir, nous croyons que les activités de production, au même titre que celles de Distribution et de Transport, devraient être impérativement mises sous examen de la Régie de l'Énergie et des payeurs de taxes...

- Effritement du monopole de notre Société d'État en permettant notamment
 - La création de partenariats d'affaires pour le déploiement de nouveaux approvisionnements (notamment 10 000 MW d'éolien pour 2035) ²⁴
 - L'aliénation d'infrastructures de moins de 100 MW et même plus s'il s'agit d'une entreprise incluant une municipalité et/ou une communauté autochtone
 - L'autoproduction et la vente d'électricité de gré à gré entre un producteur et un consommateur situé sur un terrain adjacent au site de production. N.B. La notion d'« autoproduction », à une échelle industrielle, tient de la fumisterie quand il est question, comme pour TESCOCANADA H2, de tirer une partie substantielle de sa puissance (150 MW) du réseau d'Hydro-Québec. Loin d'être complémentaire, cet apport énergétique est essentiel à la réalisation du projet puisque le service d'équilibrage, qui corrige l'intermittence des productions d'énergies éolienne et solaire, assure le bon fonctionnement, en continu, 24 heures sur 24, sept jours sur sept, des procédés industriels.

- Augmentation significative des tarifs, qui ne dit pas son nom, puisqu'on en présente que son corolaire, soit la mise sur pied d'un « *Fonds d'aide à la clientèle domestique d'Hydro-Québec* ». L'adoption de cette loi qui aura pour effet d'entraîner la modification des prix du marché des biens et services - électriques dans le cas qui nous occupe - ne fera rien d'autre que de changer la distribution des revenus nets réels : nul doute que ce transfert de richesse profitera davantage à certains groupes qu'à d'autres ²⁵. Notons que, s'il est dans l'intention du gouvernement de vendre éventuellement Hydro-Québec, en tout ou en partie, il a tout intérêt à augmenter les tarifs d'électricité s'il souhaite obtenir un prix intéressant pour ses actions...²⁶ !!! Mais, rassurons-nous, notre premier Ministre nous jure qu'il n'en est pas question ! ²⁷

²⁴ *Ce que vous devez savoir sur le projet de loi assurant la gouvernance responsable des ressources énergétiques, L'Hydrolien, Juillet 2024, p.1*

²⁵ Selon la Fédération canadienne de l'entreprise indépendante, tout indique que « le coût à payer tombera dans la cour des PME, engendrant ainsi des hausses tarifaires moyennes de 8,6% pour celles-ci entre 2025 et 2035 ». Voir *Hausse estimée des tarifs d'électricité des PME du Québec d'ici 2035*, Mai 2024, p.5

²⁶ Vincent Brousseau-Pouliot, *Privatisation d'Hydro-Québec: attention à une «vente de feu»*, La Presse, 20 novembre 2008

²⁷ <https://www.journaldequebec.com/2023/11/30/pas-de-privatisation-dhydro-quebec-assure-legault>

3- Sur la Stratégie de développement éolien « *Tracer la voie vers une réussite collective* »

Ce mégaprojet (10 000 MW de nouvelles capacités éoliennes d'ici 2035), qui semble sortir du chapeau d'un magicien, aurait dû découler d'un Plan de gestion intégrée des ressources énergétiques ou pour le moins, d'un BAPE générique sur la filière éolienne, comme certains le demandent.

Questions d'importance :

- Quelle est la limite d'intégration de l'éolien à notre système hydroélectrique ? L'énergie éolienne est une source dite « fatale » i.e. qu'elle est non contrôlable et doit être récupérée et utilisée sous peine d'être perdue. Il faut demander aux autres moyens de production de s'effacer lorsqu'elle est produite : elle bénéficie donc d'un accès prioritaire au réseau. Hydro-Québec doit, à ce titre, réserver une partie de ses propres capacités – actuellement limitées - pour garantir l'intégration harmonieuse de cette production et assurer les services d'équilibrage entre l'offre et la demande, suivant différents horizons de temps et différents scénarios de contingence. Cette exploitation, qui a la particularité de commander des arrêts/démarrages fréquents des groupes turbines-alternateurs, pourrait contribuer à une augmentation significative des coûts de maintenance des équipements et du réseau auquel ils sont reliés. Une analyse technico-économique récente révèle d'ailleurs qu'« *il existe un point critique au-delà duquel la charge supplémentaire rajoutée au réseau pour équilibrage rendra le fonctionnement en pointe non rentable* »²⁸. La question à débattre plus largement est donc de savoir à quel niveau de pénétration se trouve l'optimum économique et, selon les structures corporatives et contractuelles en cause, qui assumera les risques, les coûts et empochera les bénéfices...Il est dit dans le « Bilan de l'intégration de l'éolien au système électrique québécois à la fin 2015 »²⁹ qu'« *Hydro-Québec n'a pas systématiquement étudié l'impact d'une très grande pénétration éolienne sur son système. Avant tout développement intempestif de nouvelles capacités de production éolienne à raccorder à un réseau dont les actifs, de l'avis de la Vérificatrice Générale du Québec, sont vieillissants* »³⁰, et surtout, avant la conclusion de toute entente commerciale avec des tiers, il faut exiger de nouvelles études indépendantes et publiques sur cette question fondamentale...

²⁸ Cecilia Laza, « *Stratégie GDA pour augmenter la fiabilité des passages hydrauliques des groupes turbines-alternateurs* », mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en génie industriel, Université du Québec à Trois-Rivières, Novembre 2021

²⁹ Institut de Recherche d'Hydro-Québec, IREQ-2016-0059, Mai 2016, p. 73

³⁰ *Hydro-Québec : maintenance des actifs du réseau de distribution d'électricité*, Audit de performance, Rapport du Vérificateur général du Québec à l'Assemblée nationale pour l'année 2022-2023, Déc. 2022, chapitre 5. Voir aussi *Hydro-Québec est de moins en moins fiable*, La Presse, 7 déc. 2022

<https://www.lapresse.ca/affaires/2022-12-07/rapport-de-la-verificatrice-generale/hydro-quebec-est-de-moins-en-moins-fiable.php>

- Est-ce la meilleure stratégie pour rencontrer à nos besoins ? Ceux, notamment, de disposer de suffisamment de capacité pour répondre aux pointes de demande ? Il faut savoir que la disponibilité de la production éolienne, intermittente car elle est dépendante de la vitesse du vent, ne peut, de ce fait, ni répondre à la demande de base (en continu : 24hrs/24, 7jours/7), ni être garantie à la pointe...! Il faut aussi juger de la valeur de cette filière à l'aune d'un facteur d'utilisation moyen de 35% (comparativement à 65%, pour la production hydroélectrique ³¹), qui représente le rapport entre la puissance maximale théorique d'une éolienne (c'est-à-dire sa production si le vent soufflait 100 % du temps à la vitesse nominale) et la production qui a effectivement lieu, au cours d'une année). Dans le cas qui nous occupe, une capacité installée de 10 000 MW livrera une puissance effective de 3 500 MW...
- Est-ce que la conclusion de partenariats financiers est d'intérêt public ? Alors qu' Hydro-Québec a la capacité de réduire les coûts des projets, d'une part par des économies d'échelle et d'autre part en ayant de meilleures capacités d'emprunt, quel est l'avantage, autre que de procéder à une privatisation en douce de la production sur la base de motifs vertueux, de solliciter la participation financière des communautés autochtones ou des municipalités, alors que, de l'avis même du chef de l'Assemblée des Premières Nations du Québec et du Labrador (APNQL), les communautés ne disposent pas de suffisamment de capitaux pour prendre des participations importantes dans de futurs projets ³². Et ceci, alors qu'aucun de ces « partenaires » n'a, par ailleurs, d'expertises technique ou de gestion dans ce type de mégaprojet ??? Il est mentionné, bien candidement, que « *selon les circonstances et les préférences des Premières Nations et des municipalités* », l'industrie (lire ici : entreprises, fonds de placement privés ou gouvernementaux³³, etc. : il faut savoir que plusieurs entités, nationales ou internationales, sont actuellement à l'affut de potentiels investissements assurant une rente lucrative, sans grand risque, dans le secteur foisonnant et largement subventionné de l'énergie verte) pourrait prendre une participation financière de même que contribuer à la construction et à l'exploitation du parc éolien³⁴ !!! Hydro-Québec, dans sa grande magnanimité, consentirait même un financement « concessionnel » aux aspirants partenaires, leur assurant de conditions aussi flexibles qu'avantageuses : taux d'intérêt plus bas, périodes de remboursement plus longues, etc...³⁵ Le pont d'or quoi !!!! Signalons que les modalités contractuelles qui prévaudraient dans le cadre de ces projets seraient fort probablement soumises au droit commercial donc au respect de la confidentialité ³⁶. Moins de transparence donc !

³¹ *Les surplus électriques au Québec 2020*, Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal, p.21

³² *Projets éoliens : l'accès au capital sera primordial pour les autochtones*, Les affaires, 5 juin 2024

³³ *La Caisse est partante*, La Presse <https://www.lapresse.ca/affaires/2023-11-08/expansion-d-hydro-quebec/la-caisse-est-partante.php>

³⁴ *Tracer la voie vers une réussite collective*, p. 9, 10 et 11

³⁵ *Vers un Québec décarboné et prospère*, p 17

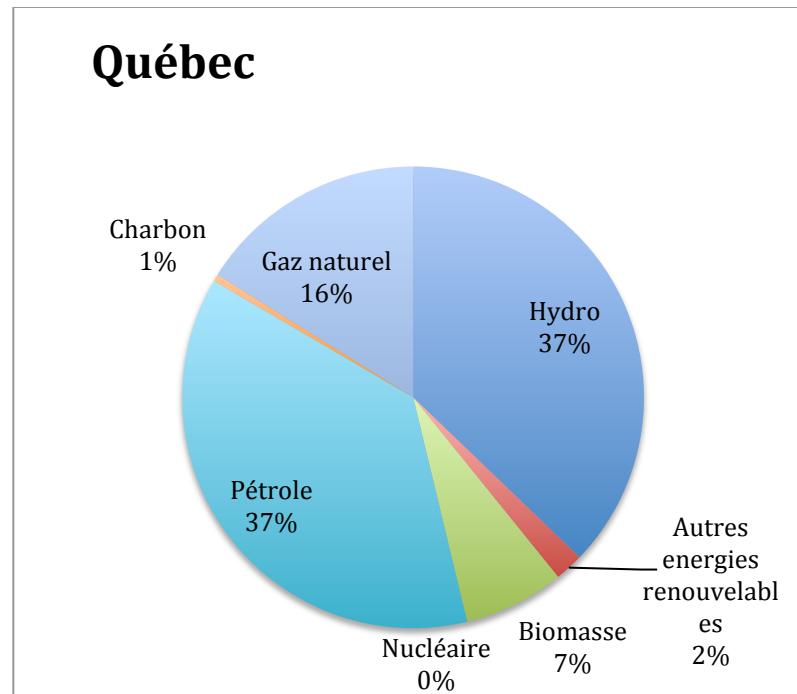
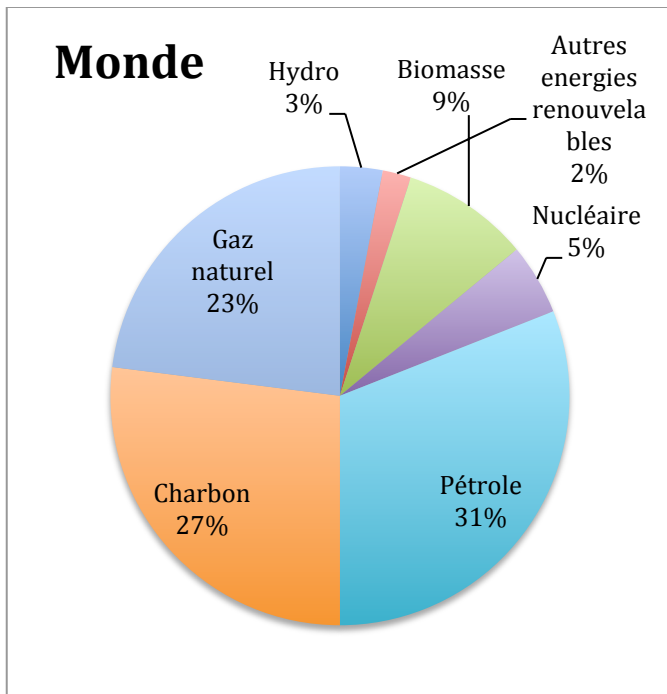
³⁶ C'est actuellement le cas pour le projet de ligne d'interconnexion Hertel-NewYork qui a donné lieu à la mise en place d'une société en commandite liant Hydro-Québec et le conseil de bande mohawk de Kahnawà:ke.

Nous croyons qu'Hydro-Québec doit conserver la propriété exclusive de ces actifs stratégiques et demeurer maître de ses décisions, ceci pour le bénéfice du plus grand nombre... Et, selon nous, le régime de redevances, qui a cours, n'a, contrairement aux prétentions du PDG d'Hydro-Québec, rien perdu de sa « modernité » puisqu'il permet aux communautés de bénéficier de retombées sans assumer les risques financiers associés à l'actionnariat/parténariat.

- Quelle est la réelle faisabilité – technique, économique, sociale et politique – de ce mégaprojet, à échéancier compressé ? Dans un contexte de forte concurrence sur le marché mondial des composantes stratégiques, de l'accès contingent à une main d'œuvre spécialisée, de la frilosité citoyenne en regard des impacts environnements des développements de type industriel, etc. etc. ??? Si les investissements prévus sont déjà considérables, on peut aussi anticiper d'énormes dépassements de coûts, comme le démontre une étude exhaustive qui a passé au crible 16 000 projets dans 16 pays et 20 catégories, des aéroports aux centrales nucléaires ³⁷. 91,5 % des projets d'une valeur supérieure à 1 milliard de dollars ont dépassé l'estimation initiale, de 62 % en moyenne... Dans pareilles circonstances, la promesse du premier ministre de maintenir l'augmentation tarifaire annuelle de la clientèle résidentielle à 3 %, tant que son mandat serait renouvelé, sera-elle encore soutenable ???

³⁷ Flyvbjerg, Bent, and Dan Gardner. *How Big Things Get Done: The Surprising Factors That Determine the Fate of Every Project, from Home Renovations to Space Exploration and Everything in Between*. Crown Currency.

4- Pour la bonne suite des choses...



Source : *Approvisionnement en énergie dans le monde et au Québec par source, 2018 (IEA, 2021 ; Withmore et Pineau, 2021)*

Déjà décarboné à 46%³⁸, le Québec est dans une situation enviable par rapport au reste du monde³⁹.

Dans ce contexte, et pour la bonne suite des choses, notre gouvernement doit faire des choix judicieux et responsables,

- qui, étant donné les enjeux (fiabilité, sécurité des approvisionnements, etc.), n'ont pas à être inutilement précipités,
- basés sur des analyses rigoureuses, objectives, complètes
- faits en résonance avec les particularités du milieu et surtout,
- réfléchis à l'extérieur de la chambre d'écho...

Pour toutes ces raisons, **l'adoption du *Projet de loi n° 69*, doit être reporté**, le temps d'une réflexion collective sur notre avenir énergétique.

Et l'élaboration d'un « *Plan de gestion intégrée des ressources énergétiques* » pourrait assurément en constituer les prémices...!!!

³⁸ Hydro : 37% , biomasse : 7% et autres énergie renouvelables, principalement l'éolien : 2%

³⁹ En effet, seule l'Islande (90%) et la Norvège (56%) ont des proportions supérieures d'énergies renouvelables dans leur approvisionnement.

ANNEXE:

Considérations et contraintes à prendre en compte en marge du projet de loi n° 69

La nouvelle économie verte : un exercice de pensée magique ?

La civilisation moderne qui a commencé avec la première révolution industrielle a pu se déployer grâce à l'utilisation des combustibles fossiles : mobilité, santé, mode de vie, alimentation (et sa variété), système éducatif (notamment au niveau supérieur) et haut niveau de culture sont largement tributaires des combustibles fossiles, qui ont fourni plus de 90 % de l'énergie consommée sur la planète depuis le 19^e siècle. À titre indicatif, en 2021, le pétrole (31%), le charbon (27%) et le gaz naturel (23%) comptaient encore pour 81 % des approvisionnements mondiaux contre 2% pour le solaire et l'éolien... ⁴⁰

Pour bien comprendre les défis de la décarbonation, de surplus imposée à vitesse « grand V », il faut aller au-delà des considérations de faisabilité technique et économique et prendre la mesure des contraintes imposées par la physique et l'ingénierie. Ici deux notions sont fondamentales : la Densité énergétique des différents types d'énergies et le Retour sur l'investissement énergétique (ou Energy Return On Investment ou EROI).

Densité énergétique de différents types d'énergies

TYPES D'ENERGIES	DENSITÉ ÉNERGÉTIQUE (MÉGAJOULE/ KILOGRAMME)
Vent	0,00006
Batterie	0,72
Bois	5,0
Pétrole	50
Gaz naturel	53,6
Hydrogène	143
Fission nucléaire	88250000
Fusion nucléaire	645000000

Source : *Engineering toolbox et autres*

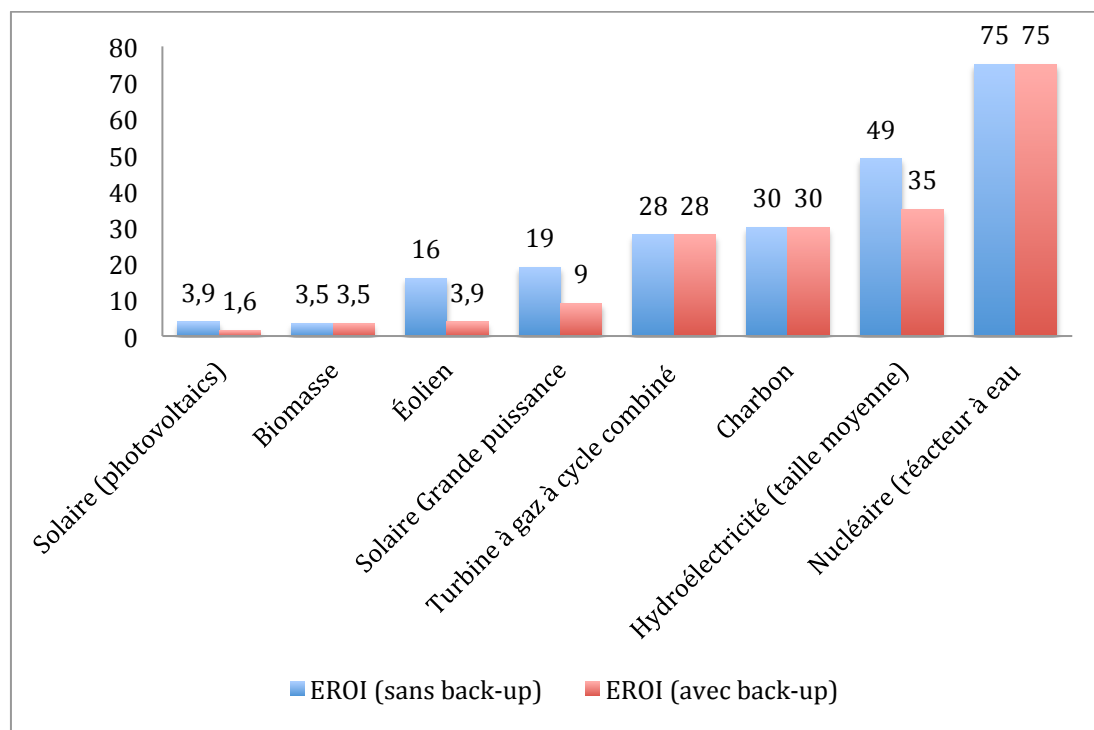
La densité énergétique est l'un des déterminants-clés de la structure et de la dynamique d'un système énergétique. Plus la densité de la source d'énergie est élevée, plus ses coûts de transport (ainsi que de stockage) sont faibles, ce qui signifie que la production peut avoir lieu plus loin des centres de demande.

⁴⁰ International Energy Agency , 2021

Il ne faut donc pas se surprendre que le pétrole brut (50Mj/kg) ait été rapidement privilégié puisqu'il était abondant, bon marché, capable, à pression et température ambiante, de fournir une énergie dense, fiable et sécuritaire, dans le cadre d'une utilisation à grande échelle. La production mondiale de pétrole, qui a été soutenue par d'énormes investissements, peut maintenant compter sur une importante infrastructure de transport (pipelines, terminaux de chargement et de déchargement, pétroliers géants) et de traitement à haut débit dans de grandes raffineries. Rien de comparable n'existe encore en matière d'énergies renouvelables...

La forte densité énergétique des combustibles fossiles en font, par ailleurs, des incontournables dans certains secteurs d'activités, fondamentaux pour notre économie : fabrication industrielle de l'acier, du cuivre, de l'aluminium, du ciment, etc., camionnage lourd, aviation, etc. On ne leur connaît toujours pas de substitut, à grande échelle...

Retour sur l'investissement énergétique (ou Energy Return On (energy) Investment ou EROI)



Source : WeiSbach D. et All, *Energy intensities, EROIs, and energy payback times of electricity generating plants.*

Le Retour sur l'investissement énergétique (EROI) est la mesure de l'énergie utilisable, produite par une installation électrique, divisée par l'énergie nécessaire pour construire, exploiter, entretenir et déclasser cette même installation. On souhaitera évidemment que le EROI soit le plus favorable possible...

Pour répondre aux exigences de la modernité, les systèmes électriques doivent en tout temps répondre à la demande : l'énergie doit être disponible quand le consommateur résidentiel, industriel ou autre en a besoin, 24/7...À ce titre, toutes les installations ne sont pas équivalentes : l'éolien et le solaire qui dépendent du vent ou du rayonnement lumineux ont une production intermittente qui peut varier selon l'heure du jour ou de la saison. On pourra en augmenter la fiabilité par l'ajout de capacités de stockage (back-up) ou en démultipliant le nombre d'éoliennes ou de panneaux solaires (surcapacités) sur des territoires, si possible exposés à des conditions météo distinctes, pour assurer, au final, une production lissée, stable et constante. Ces 2 options impliquent des investissements additionnels, ce qui réduit l'EROI d'autant (voir tableau : solaire photovoltaïque : 1,6 ; éolien : 3,9 ; solaire grande puissance (désert) : 9).

Si un EROI de 5 est nécessaire au maintien des besoins de base d'une société et qu'un EROI supérieur à 10 assure l'accès aux voyages internationaux et à un haut niveau de culture, nous ne pourrions donc pas maintenir notre niveau de vie actuel par la seule production d'énergie venant des technologies renouvelables...

Pour bien comprendre les défis de la décarbonation, de surplus imposée à vitesse « grand V », il faut aussi connaître minimalement l'état des ressources minérales mondiales et prendre la mesure des contraintes imposées par la géologie et...la géopolitique... !

Tous les signataires des accords internationaux sur les changements climatiques et la neutralité carbone ⁴¹ sont virtuellement en compétition pour l'accès aux ressources, par ailleurs limitées, et aux produits transformés qui en découlent. Et à cette enseigne, la Chine a déjà établi son hégémonie ⁴²: elle a la mainmise sur l'extraction et le raffinage des minerais (terres rares, lithium, graphite, cobalt, etc.) entrant, notamment, dans la fabrication des batteries, de même que dans l'assemblage et la vente de voitures électriques. On prévoit qu'en 2030, elle produira 2 fois plus de batteries que l'ensemble de tous les pays, et qu'elles pourront être mises en marché à une fraction du coût de revient des compétiteurs (Amérique du Nord, Europe). Ce qui n'a empêché pas l'ex-ministre de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie de se dire prêt, malgré les risques, à mettre jusqu'à cinq milliards de dollars de fonds publics sur la table pour développer sa filière batterie.⁴³

Alors qu'on cherche, en instaurant une nouvelle économie verte, à réduire les externalités environnementales générées par l'usage des hydrocarbures, force est de constater que cette ample demande (qui risque de s'imposer à celle d'autres secteurs de l'économie : médical, etc.) augmentera substantiellement les activités extractives de même que la consommation des énergies fossiles pour accéder, traiter, transporter les métaux de même que pour fabriquer les batteries elles-mêmes. Pour mémoire et près de nous, signalons

⁴¹ <https://unfccc.int/fr/a-propos-des-ndcs/l-accord-de-paris>

⁴² *Can the world make an electric car battery without China*, New York Times, 16 mai 2023

⁴³ <https://www.tvanouvelles.ca/2023/06/17/pierre-fitzgibbon-pret-a-parier-jusqua-5-milliards-sur-la-filiere-de-la-batterie-electrique>

qu'Énergir prévoit prolonger son réseau de gaz pour alimenter le parc industriel de Bécancour où seront fabriqués des composants...de batterie verte...! ⁴⁴

Dans un futur « tout à la batterie », l'activité minière sera en forte expansion : de plus de 200% pour le cuivre, au moins 500% pour des métaux comme le lithium, le graphite et les terres rares et encore bien davantage pour le cobalt ⁴⁵ ⁴⁶. Mais la réalité terrain risque de très rapidement s'imposer puisqu'il faut, au bas mot, entre 10 et 30 ans pour passer de la phase exploration minière à celle de la découverte puis à l'extraction proprement dite et que pour 1000 sites investigués, seulement un ou 2 deviendront des mines viables... ⁴⁷
Alors quand il faut absolument faire vite !!!

Dans une étude exhaustive et magistrale ¹⁴ sur les exigences matérielles concrètes qu'il serait nécessaire de mobiliser pour assurer un remplacement complet des énergies fossiles, Simon P. Michaux, professeur associé en Traitement des minéraux et Geo-métallurgie au GTK (Geological survey of Finland), est catégorique : on ne dispose ni du temps ni des ressources pour atteindre la cible que se sont donnée les nations les plus influentes du monde :

« Replacing the existing fossil fuel powered system (oil, gas, coal) , using renewable technologies, such as solar panels or wind turbines, will not be possible for the entire global human population. There is simply just not enough time, nor resources to do this by the current target set by the World's most influential nations. What may be required, therefore , is a significant reduction of societal demand for all resources, of all kinds. This implies a very different social contract and a radically different system of governance to what is in place today. Inevitably, this lead to the conclusion that the existing renewable energy sectors and the EV technology systems are merely steppingstones to something else, rather than the final solution. It is recommended that some thought be given to this and what that something else might be »

Décarboner l'économie mondiale à 80 % d'ici 2050 (ou, pour le Québec, atteindre la carboneutralité en 2050 ⁴⁸) en s'appuyant presque exclusivement sur la conversion des flux diffus d'énergies renouvelables, tout en composant, par ailleurs, avec des prix de l'énergie en hausse, un système financier fortement endetté, la rareté des intrants, un population mondiale en perpétuelle croissance et un environnement naturel dégradé, relève assurément de la pensée magique !

⁴⁴ <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1985213/energir-becancour-electricite-carbone-transition>

⁴⁵ Notons que 50 à 100 livres de matériaux sont extraits, déplacés et traités pour chaque livre de batterie produite .

⁴⁶ Henry Sanderson et al, *Electric cars : China's battle for the battery market*, Financial Times, 5 mars , 2017.

Jamie Smyth, BHP positions itself at centre of electric-car battery market, Financial Times, 9 août, 2017

⁴⁷ Simon P. Michaud, *Assessment of the extra capacity required of alternative energy electrical power systems to completely replace fossil fuels*, au GTK (Geological survey of Finland), 20 août 2021, p. iv

⁴⁸ *Engagements du Québec pour le climat*

<https://www.quebec.ca/gouvernement/politiques-orientations/plan-economie-verte/actions-lutter-contre-changements-climatiques/comprendre-changements-climatiques/engagements-quebec>