

# LE POUVOIR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Août 2018



**AQPER**

ASSOCIATION QUÉBÉCOISE  
DE LA PRODUCTION  
D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

**Association québécoise de la production  
d'énergie renouvelable**

276, rue St-Jacques, suite 807

Montréal (Québec) H2Y 1N3

514-281-3131

[www.aqper.com](http://www.aqper.com)

**AQPER**

## SOMMAIRE EXÉCUTIF

Tandis que le coût des énergies renouvelables ne cesse de diminuer au fil des avancées technologiques, la facture des changements climatiques, que nous devons assumer collectivement, ne cesse d'augmenter. En fait, les impacts des changements climatiques sont à ce point catastrophiques que les économies réalisées au seul chapitre de la réduction de la pollution pourraient être de 1,4 à 2,5 fois plus importantes que les coûts des mesures prises pour mettre en œuvre l'Accord de Paris. Et les travaux du consortium Ouranos montrent que le Québec ne fait pas exception.

Le Québec a donc tout à gagner en poursuivant sa transition énergétique et en pérennisant le rôle et le financement de *Transition énergétique Québec* (TEQ) afin de donner un cadre prévisible aux entreprises et aux citoyens québécois permettant aux uns de planifier leurs investissements et aux autres de faire des choix éclairés.

Notre vaste territoire combiné à notre faible population nous place toutefois dans une situation où les politiques publiques, plus que la taille de notre marché, détermineront notre attractivité auprès des financiers et des investisseurs qui privilégient les projets d'énergie renouvelable. Par ses achats et ses politiques, le gouvernement du Québec a le pouvoir de créer un marché pour les énergies renouvelables ce qui rassure les financiers, réduit le coût des projets, attire des investissements étrangers et crée des emplois.

La décarbonisation du secteur des transports, responsable à lui seul de 41,7% de toutes nos émissions de GES en 2015, sera le principal défi à relever si nous voulons atteindre plus rapidement nos cibles de réduction de GES. À ce chapitre, le Québec doit accélérer le processus d'électrification des transports et le recours aux biocarburants à faible intensité carbonique.

En résumé, il faut utiliser notre électricité disponible pour remplacer une partie du pétrole que nous importons à grands frais, exploiter l'énergie éolienne pour répondre aux besoins de la nouvelle économie, valoriser notre biomasse résiduelle ou nos résidus alimentaires ou le contenu de nos poubelles pour en faire des biocombustibles et installer des panneaux solaires.



# TABLE DES MATIÈRES

3	<b>SOMMAIRE EXÉCUTIF</b>
6-16	<b>SYNTHÈSE</b>
17-22	<b>LISTE DES RECOMMANDATIONS</b>
18	BIOCARBURANTS
19	ÉOLIEN
20	SOLAIRE
21	BIOMASSE/BIOGAZ
22	PETITE HYDRAULIQUE
24	<b>CHAPITRE 1 - À PROPOS DE L'AQPER</b>
25-26	<b>CHAPITRE 2 - L'ÈRE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES</b>
27-38	<b>CHAPITRE 3 - BIOCARBURANTS, ÉLECTRIFICATION ET MOBILITÉ: LE TRIO DE CHOC POUR UN SECTEUR DES TRANSPORTS DURABLE</b>
39-48	<b>CHAPITRE 4 - L'ÉOLIEN POUR RÉPONDRE AUX NOUVEAUX BESOINS</b>
49-55	<b>CHAPITRE 5 - SOLAIRE: DES COÛTS À LA BAISSÉ, UNE POPULARITÉ GRANDISSANTE ET UN SAVOIR-FAIRE ÉTABLI</b>
56-69	<b>CHAPITRE 6 - BIOMASSE/BIOGAZ, L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE: UN MOYEN DURABLE DE DÉVELOPPER L'ÉCONOMIE</b>
70-75	<b>CHAPITRE 7 - PETITE HYDRAULIQUE: UNE FILIÈRE QUI A TOUJOURS SA PLACE</b>
76-87	<b>ANNEXE 1 - LES ÉNERGIES RENOUVELABLES, MOTEUR DE LA PROCHAINE VAGUE TECHNOLOGIQUE</b>
88	ORGANISATIONS SUPPORTANT LA VISION DE L'AQPER

## ÉNERGIES RENOUVELABLES : MOTEUR DE LA PROCHAINE VAGUE TECHNOLOGIQUE

Scientifiques et financiers sont unanimes : si nous n'agissons pas rapidement, les coûts des changements climatiques ne cesseront d'augmenter au point de bouleverser notre économie. En fait, leurs impacts sont à ce point catastrophiques que les économies réalisées au seul chapitre de la réduction de la pollution pourraient être de 1,4 à 2,5 fois plus importantes que les coûts des mesures prises pour mettre en œuvre l'Accord de Paris. Et les travaux du consortium Ouranos montrent que le Québec ne fait malheureusement pas exception.

Notre industrialisation a beaucoup reposé sur nos abondantes ressources naturelles. La machine à vapeur et le chemin de fer ont permis l'essor des manufactures et du transport de marchandises. L'électricité a profité à l'industrie des pâtes et papiers et de l'aluminium en plus d'éclairer progressivement l'ensemble de la population. Cette industrialisation combinée au développement du réseau routier et à la croissance du parc automobile a augmenté nos émissions de GES. L'ère informatique a permis de découpler croissance économique et croissance des GES, toutefois seule une réduction massive de ceux-ci nous permettra de nous prémunir des effets catastrophiques du réchauffement climatique.

### **Le bilan québécois : sur la bonne voie, mais il faut accélérer le pas**

Pour atteindre en 2030 les objectifs que nous nous sommes fixés dans le cadre de l'Accord de Paris, il faudra:

- réduire de 40% la quantité de produits pétroliers consommés ;
- augmenter de 25% la part des énergies renouvelables dans la production totale d'énergie et
- augmenter de 50% la production de bioénergie.

Le Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques, fixe comme objectif de ramener, d'ici 2020, les émissions de GES à 20 % de moins que le niveau de 1990. Or, nous n'avons atteint que la moitié de cet objectif et il ne nous reste que deux ans. Les émissions de GES dans le secteur du transport sont en hausse de 21,3 % depuis 1990, un secteur à lui seul responsable de 41,7% de toutes nos émissions de GES en 2015. Or, les chercheurs de la Chaire de gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal nous apprennent que « deux fois plus d'argent a été dépensé en 2016 pour l'achat de camions (10,9 G\$) par rapport aux voitures (5,5 G\$). Cette tendance est exponentielle depuis 2009. »

### Les filières d'énergie renouvelable : compétitives et flexibles

Le développement économique et énergétique du Québec s'est largement fondé sur l'hydroélectricité. En harnachant successivement les rivières les plus propices et les moins onéreuses, le Québec s'est doté d'un parc de centrales patrimoniales fort compétitives. Le contexte des prochaines années forcera toutefois le Québec à repenser sa façon de faire. Le coût de revient, entre autres, des technologies solaires, éoliennes et des batteries déjà en baisse, rendra ces filières beaucoup plus économiques que de grands complexes de plus en plus onéreux à construire. Selon le plus récent rapport Bloomberg, les gains d'efficacité de ces deux technologies avoisinent les 15% annuellement. C'est donc dire qu'en l'espace de 10 ans, leur coût se sera réduit par deux ou par trois.

Par ailleurs, le temps requis pour réaliser un complexe hydroélectrique et le fait qu'il soit difficile de moduler sa réalisation en petites tranches pour répondre progressivement à une demande rendent sa planification beaucoup plus hasardeuse. Heureusement, le Québec possède les ressources et l'expertise pour choisir et mettre en oeuvre la filière d'énergie renouvelable qui convient le mieux aux objectifs à atteindre et au milieu dans lequel elle doit s'implanter qu'il s'agisse de biocarburants, d'éolien, du solaire, de la biomasse/biogaz ou de la petite hydraulique.



## NOS RECOMMANDATIONS

L'AQPER propose **30 mesures** qui s'inscrivent dans une logique de développement durable : soutenir notre développement économique tout en réduisant notre empreinte carbone. Ces 30 mesures peuvent être regroupées sous les trois axes suivants :

### **1- Les surplus : des opportunités de développement à saisir**

Nos surplus d'électricité ont prouvé au fil des ans qu'ils sont autant d'opportunités de retombées sur les marchés d'exportation ou de développement économique au Québec. Il est singulier de voir qu'Hydro-Québec déclare qu'elle est en situation de surplus, mais fait valoir qu'elle est en situation de déficit quand elle a reçu des demandes de raccordement provenant de promoteurs de centres de calcul qui reposent sur une technologie émergente, les chaînes de blocs.

### **2- Créer les conditions facilitant l'émergence de nouveaux marchés**

Notre vaste territoire combiné à notre faible population nous place dans une situation où les politiques publiques, plus que la taille de notre marché, détermineront notre attractivité auprès des financiers et des investisseurs qui privilégient les projets d'énergie renouvelable. Ainsi, des teneurs minimales ambitieuses en biocarburants, des conditions favorables à l'utilisation de l'énergie solaire feront en sorte que le Québec déjà reconnu pour son savoir-faire en énergie saura attirer les investisseurs autant locaux qu'étrangers.

### **3- Intensifier les efforts de réduction des émissions de GES**

La consommation de combustibles fossiles plombe notre balance commerciale et ses effets sur le climat coûtent des centaines de millions de dollars à la société québécoise sans compter ses impacts sur la santé des québécois(e)s. D'ici 2064, le consortium Ouranos estime que les changements climatiques au Québec entraîneront, pour le gouvernement des coûts de 372 M\$ pour les impacts liés à la chaleur, de 61 M\$ pour la maladie de Lyme, de 35 M\$ pour le virus du Nil occidental et de 359 M\$ pour les allergies causées par les pollens. À ces montants s'ajoutent les conséquences sociales et économiques, dont des décès, estimés à plus de 20 000, causés par l'augmentation de la température au cours des 50 prochaines années.

## LES ÉNERGIES RENOUVELABLES: VECTEUR DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

### BIOCARBURANTS, ÉLECTRIFICATION ET MOBILITÉ: LE TRIO DE CHOC POUR UN SECTEUR DES TRANSPORTS DURABLE

L'urgence d'agir se fait particulièrement sentir dans le secteur du transport, qui dépend presque à 100% des hydrocarbures importés pour répondre à ses besoins et qui, à lui seul, est responsable de près de 42% des émissions de GES au Québec. Ces importations coûtent cher à l'économie du Québec. En 2017, le Québec a importé pour près de 4 milliards de dollars (4G\$) de pétrole brut classique. Ces importations contribuent au déficit de notre balance commerciale qui est actuellement de l'ordre de 14 G\$ par année.

Les acteurs québécois de la filière des biocarburants ont déjà démontré leur expertise et leur apport à la réduction des émissions de GES tout en favorisant le développement économique du Québec. Qu'il suffise de mentionner :

- Greenfield Global dont la valeur ajoutée dans l'économie québécoise surpasse les 200M\$ annuellement en termes de dépenses d'exploitation;
- Enerkem qui construira la première usine commerciale de production d'éthanol cellulosique à Varennes au Québec, un investissement de 150M\$;
- Innoltek qui compte investir 8M\$ dans ses installations de production de biodiesel au Québec afin de porter sa capacité de production annuelle à 30ML;
- Rothsay qui fabrique annuellement près de 60ML de biodiesel à partir de son usine localisée à Sainte-Catherine, sur la rive sud de Montréal;
- Cellufuel dont le projet permettra de transformer 49 000 tonnes métriques vertes de résidus forestiers en 16,5 ML de diesel synthétique de type "drop-in" ou destiné au chauffage en remplacement du mazout conventionnel;
- Le projet de Bioénergie La Tuque (BELT), associé au leader mondial des carburants renouvelables, la finlandaise Neste, prévoit transformer 1,2M de tonnes métriques vertes de résidus forestiers en 207ML de diesel synthétique, grâce à un investissement de plus de 1 G\$ (sera requis). Près de 500 emplois seront créés;
- Le projet d'huile pyrolytique de Bioénergie AE-Côte-Nord, de Port-Cartier qui transforme 140 000 tonnes vertes de biomasse forestière résiduelle en 41 millions d'huiles pyrolytiques, réalisé à la suite d'un investissement de différents partenaires à une hauteur de 104 M\$.

Une récente étude réalisée par la firme Doyletech pour Advanced Biofuels Canada a quantifié les retombées économiques attendues à la suite d'une hausse de la teneur minimale en biocarburants et en abattement de GES résultants des RFS et LCFS au niveau fédéral et provincial. Réalisée à partir d'une recension des derniers investissements réalisés au niveau canadien et de par le monde, l'analyse permet de constater que les avantages sont proportionnels à la hauteur de la cible fixée. Ces études démontrent que cette filière en croissance a le potentiel de générer des retombées annuelles entre 1G\$ et 2,4G\$.

### L'ÉOLIEN POUR RÉPONDRE AUX NOUVEAUX BESOINS

Vecteur de développement économique régional et provincial, la filière éolienne est maintenant évaluée sérieusement par Hydro-Québec pour répondre aux nouveaux besoins énergétiques. Depuis le début des années 2000, le Québec a développé et maintenu une expertise en éolien dans plusieurs régions du Québec comme en Gaspésie et au Bas-Saint-Laurent. Montréal est à présent une plaque tournante continentale de la filière par sa concentration en expertise technique, industrielle et financière.

L'Institut de recherche d'Hydro-Québec arrive à un constat similaire dans son Bilan de l'intégration de l'éolien au système électrique québécois à la fin 2015 et qualifie le programme éolien de succès quant au processus d'approvisionnement, de ses retombées et de son intégration dans le réseau d'Hydro-Québec. Selon une étude réalisée par la firme Aviseo, pour le compte de CanWEA, les municipalités et communautés autochtones situées en pourtour des projets, et souvent partenaires financiers de ceux-ci, se partagent près de 100 M\$ grâce à la présence de parcs éoliens. Ces sommes, récurrentes et indexées durant la durée de vie des installations, servent entre autres au financement d'infrastructures municipales, de loisir ou en abaissement du fardeau de taxation municipal des citoyens.

L'éolien, en chiffres, c'est entre autres :

- 1 200 emplois en Gaspésie et dans la MRC de la Matanie, générés directement par la filière éolienne ;
- 4 000 emplois ailleurs au Québec ;
- 1 000 emplois dans la région de Montréal ;
- 150 entreprises spécialisées, en seulement 15 ans de déploiement de la filière ;
- Plusieurs centres et chaires de recherche partout au Québec :

- Nergica, jusqu'à tout récemment connu sous le nom de TechnoCentre éolien : ce centre de recherche appliquée en énergies renouvelables agit notamment à titre de centre collégial de transfert de technologie affilié au Cégep de la Gaspésie et des Îles dans le domaine de l'énergie éolienne, de l'énergie solaire photovoltaïque et de l'intégration des énergies renouvelables ;
- 5 chaires et 2 laboratoires oeuvrent en R&D dans le domaine éolien.
- Avec ses 475 employé(e)s, LM Wind Power est devenue le plus important employeur privé de la Gaspésie ;
- Borea Construction et CER ont installé plus de 47% des MW éoliens au Canada ;
- Boralex est le premier producteur éolien privé de France ;
- Marmen, 2e producteur de composantes éoliennes en Amérique du Nord.

L'éolien c'est aussi :

- Au moins 3,0G\$ de paiement en intérêts versés en 20 ans à des prêteurs locaux ;
- 318 M\$ en dépense annuelle des opérateurs de parcs au Québec (étude Aviseo Conseil et CanWEA 2018);
- Près de 120M\$/an en versement aux communautés et gouvernement du Québec.

Des appels d'offres à long terme et une stratégie de rééquipement des parcs actuels arrivés au terme de leur contrat permettront d'assurer une stabilité et une prévisibilité au marché. L'essor de la filière devrait également passer par l'exportation sur les marchés limitrophes d'une électricité de sources éolienne/grande hydraulique (40/60), un produit recherché au sud de la frontière. Les entreprises québécoises possèdent un important potentiel d'exportations en ce qui a trait aux expertises et aux composantes. Cette approche cadre exactement avec la proposition de décarbonisation avancée développée par Jeffrey Sachs (deep decarbonization) et supportée par Hydro-Québec. Dans un tel scénario, en plus d'aider à l'amélioration de la qualité de vie de nos voisins, le Québec profiterait non seulement de revenus supérieurs, mais également de dépenses de santé réduites grâce à une meilleure qualité de l'air.

## **SOLAIRE: DES COÛTS À LA BAISSÉ, UNE POPULARITÉ GRANDISSANTE ET UN SAVOIR-FAIRE ÉTABLI**

L'énergie solaire peut servir à de nombreux usages (production d'électricité, chauffage des bâtiments, chaleur industrielle, recharge des véhicules par canopées solaires, etc.) et devrait être considérée dans l'éventail des solutions permettant l'atteinte des objectifs et des cibles du gouvernement. Le solaire est à présent une technologie mature dont les coûts ne cessent de diminuer. Le NREL prévoit que d'ici 2030, le coût de production de l'électricité solaire pourrait atteindre 5¢/kWh. Le Québec bénéficie d'un ensoleillement comparable et même supérieur à un bon nombre de villes européennes et aux villes du nord des États-Unis.

Au Québec, les initiatives prises jusqu'ici dans le solaire portent essentiellement au niveau thermique et par un projet pilote d'Hydro-Québec en autoproduction. Par ailleurs, 108 systèmes, comprenant la bibliothèque de Varennes, d'une puissance de 862 kW, sont raccordés au réseau d'Hydro-Québec. L'Institut interdisciplinaire d'innovation technologique (3IT) de l'Université de Sherbrooke et son partenaire Hydro-Sherbrooke, mettront prochainement en service un parc solaire de 1MW, soit la consommation moyenne d'environ 75 ménages.

Parmi les entreprises québécoises actives dans la filière solaire, mentionnons :

- L'entreprise Rackam qui a installé 4 systèmes au Québec dont l'installation sur toiture au Pavillon Alouette de l'Université du Québec à Chicoutimi (à Sept-Îles), le parc solaire Alain Lemaire de Cascades (Kingsey Falls) et la centrale solaire de la Laiterie Chagnon (Waterloo) d'une puissance de 80 kW ;
- Chez CanmetEnergie (Varennes), une centrale solaire a été couplée à un système d'éjecto-compression pour produire de la chaleur et du froid. Par ailleurs, une cinquième installation est en développement dans un marché prometteur au Québec: le séchage de boue municipale ;
- Du côté manufacturier, le fournisseur d'équipements électriques québécois Saint-Augustin Canada Electric (STACE) a annoncé en février 2017 un investissement de 28 millions de dollars pour implanter à Trois-Rivières une usine de fabrication de panneaux solaires photovoltaïques à concentration de technologie unique à haute performance.

Quant aux développeurs québécois, ils sont à l'oeuvre à l'étranger :

- La compagnie montréalaise de production d'énergie renouvelable Boralex a mis en service en France un second site d'énergie solaire d'une puissance installée de 10 MW, situé dans les Alpes-de-Haute-Provence ;
- Innergex exploite quant à elle le parc solaire de Stardale, dans le Canton de Hawkesbury Est, dont la capacité maximale installée est de 33,2 MW, de même que le parc de Kokomo (Indiana) d'une capacité maximale installée de 7 MW et le parc de Spartan, situé à l'Université d'État du Michigan, avec une capacité maximale installée de 13,5 MW, en plus du projet Phoebe (Texas), actuellement en construction, de 315 MW ;
- Le projet solaire nommé Seville, situé en Californie d'une puissance installée de 50 MW, a marqué la première incursion de Kruger Énergie dans la filière solaire. Kruger Énergie a assuré le développement du projet, la gestion de sa construction et l'a mis en service avec succès en décembre 2015. Le projet solaire a depuis été vendu à un important fournisseur d'électricité américain. Fière de ce succès, Kruger Énergie développe présentement un important portfolio d'actifs solaires dans le sud-est des États-Unis de plus de 300 MW. Kruger Énergie a ainsi soumis trois projets solaires (d'une puissance installée de 180 MW) dans le dernier processus d'approvisionnement lancé par Georgia Power, en Géorgie. Kruger Énergie a également acquis tout récemment un actif solaire sur toit en Caroline du Nord et évalue présentement diverses opportunités au Canada et aux États-Unis ;
- Avec le rachat de la compagnie TerraForm Power et de TerraForm Global, Énergie Renouvelable Brookfield possède un portefeuille solaire de plus de 1 100 MW répartis sur quatre continents ;
- Quant à Énergir, l'acquisition de la compagnie Standard Solar lui amène une expérience en développement et en opération de parcs solaires commerciaux, industriels et institutionnels sur toit et au sol. En date d'aujourd'hui, l'entreprise gère plus de 100 MW de projets, possède près de 30 MW en exploitation et finalise le développement de plus de 100 MW. Par ailleurs, Énergir, via une autre filiale américaine située au Vermont, possède déjà une expérience dans l'opération de parcs solaires en sol américain.

Au chapitre de la recherche et développement, le Québec bénéficie de chaires de recherche sur les bâtiments solaires pour développer une expertise de pointe dont, entre autres :

- Le Centre de recherche de CanmetÉNERGIE, à Varennes, qui compte environ 110 scientifiques, ingénieurs, technologues, gestionnaires et employés de soutien ;
- L'Université de Concordia qui fait partie du Réseau de recherche du CRSNG sur les bâtiments solaires et dont le Laboratoire de simulation solaire a acquis une réputation internationale ;
- L'Université de Sherbrooke qui a un grand programme de recherche autour de l'énergie solaire, avec de multiples partenaires au Québec et à l'étranger. Les activités couvrent principalement l'énergie solaire concentrée (thermique et photovoltaïque). De plus, l'université a récemment reçu un financement pour le déploiement de deux parcs de production d'énergie solaire, combinant la production de chaleur et d'électricité ;
- Nergica, connu jusqu'à tout récemment sous le nom de TechnoCentre éolien, possède et opère une centrale solaire de 16 kW sur son site de recherche. L'expertise de Nergica porte sur l'optimisation de la performance des centrales solaires photovoltaïques, que ce soit pour l'évaluation du potentiel solaire, au déploiement des projets, en passant par l'exploitation et les choix technologiques.

Avec un réseau électrique basé sur de la grande hydraulique avec réservoir, le Québec est un des endroits où l'accumulation d'énergie intermittente peut se faire au moindre coût.

## **BIOMASSE/BIOGAZ**

### **L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE: UN MOYEN DURABLE DE DÉVELOPPER L'ÉCONOMIE**

La technologie nous permet maintenant de transformer efficacement nos résidus forestiers, agroalimentaires et urbains en électricité et en biocombustibles. En les utilisant, on pourrait diminuer nos importations de mazout d'environ 1,6 milliard de litres, soit 20% de notre consommation annuelle. Cette substitution de produits importés par de l'énergie verte de chez nous améliorerait notre balance commerciale.

À lui seul, un développement accru de la valorisation énergétique de produits issus de la filière « biomasse forestière », notamment dans le secteur du chauffage, redynamiserait des centaines de communautés durement frappées par la crise forestière en Abitibi-Témiscamingue, au Saguenay-Lac-Saint-Jean, sur la Côte-Nord, en Gaspésie, au Bas-Saint-Laurent et dans le Nord-du-Québec et les nombreuses municipalités forestières de la plupart des autres régions du Québec. Elles bénéficieraient:

- d'une diversification de leur économie grâce à une nouvelle avenue de développement local et régional ;
- d'une consolidation de l'industrie forestière québécoise grâce à la valorisation de rejets ;
- de retombées économiques positives liées à la construction et à l'opération des centres de traitement ;
- d'une diminution des coûts de chauffage et d'une autonomie face aux fluctuations des prix des combustibles fossiles.

De plus, cette filière apporterait une contribution positive au problème de gestion de la pointe hivernale vécue par Hydro-Québec Distribution (HQD). Sur ce dernier point, rappelons que l'hiver très froid de 2013-2014 a forcé Hydro-Québec Distribution à acheter pour une valeur de 380M\$ d'électricité et de puissance afin de répondre à la demande. À l'heure actuelle, la clientèle abonnée au tarif DT a recours au mazout conventionnel pour répondre à ses besoins de chauffage (et d'eau chaude) ; l'utilisation de la biomasse est quasi inexistante. Pourtant, ce combustible permettrait de répondre aux impératifs de gestion de pointe d'HQD, aux préoccupations de la Régie cherchant à amoindrir la facture globale de ladite pointe, de même qu'aux cibles de réductions de GES du MDDELCC grâce à l'utilisation de la biomasse forestière dans des équipements certifiés et performants.

Le collectif Vision biomasse a mené une étude sur les retombées économiques, sociales et environnementales de la valorisation de 1 million de tonnes anhydres de biomasses forestières résiduelles. Une telle valorisation améliorerait le solde de la balance commerciale de 225M\$ tout en réduisant de 1 million de tonnes de CO<sub>2</sub> les émissions de GES du Québec. Au niveau économique, la valorisation de la biomasse forestière résiduelle en combustible solide, sous forme de granules et de plaquettes, progresse significativement. Le Québec compte actuellement 12 producteurs de granules et bûches et 90% de la production est faite par 7 joueurs. Plus de 150 personnes sont employées dans ces usines et des investissements de quelque 100M\$ ont été réalisés pour ce faire.

## PETITE HYDRAULIQUE: UNE FILIÈRE QUI A TOUJOURS SA PLACE

Au terme de différents appels de propositions, 16 contrats ont été accordés à différents producteurs pour une durée variant de 20 à 25 ans sur des sites du domaine public. Dans le cadre plus large du Programme des petites centrales, plus de 40 projets supplémentaires ont été réalisés sur des sites privés et semi-privés. Cette ouverture n'a cependant pas eu d'impact significatif sur le rôle confié à Hydro-Québec, car la société d'État possède ou contrôle plus de 92% de la puissance installée alimentant le Québec en 2015. La production indépendante, municipale ou privée n'a qu'un rôle très marginal avec 1% de cette puissance.

Typiquement, les projets de petites centrales hydrauliques permettent d'atteindre des régions dans lesquelles les grands projets d'Hydro-Québec ne sont pas implantés (Chaudière-Appalaches, Lanaudière, Basse-Côte-Nord, territoire du Plan Nord). L'AQPER a clairement établi, à la suite d'une enquête menée auprès de ses membres, que 50% des retombées économiques provenant de la construction de minicentrales ont été produites dans la région d'implantation des projets. Les municipalités et le gouvernement ont également bénéficié de retombées à la suite de leurs mises en service. Chaque centrale a permis la création de 3,3 emplois permanents, soit 182 emplois pour l'ensemble du programme. Des recettes gouvernementales équivalentes à 18,1% de leurs revenus bruts doivent également être prises en considération dans l'évaluation des impacts globaux.

En terminant, mentionnons que pour chaque 100 MW de puissance installée en petite hydraulique, c'est plus de 200 millions \$ qui sont investis dans l'économie, 2 000 emplois-années qui sont créés pour la phase de la construction, 1 000 pour la phase d'exploitation.

Les petites centrales hydrauliques pourraient jouer un rôle stratégique dans la crise financière que vit actuellement le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ). Relevant du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques, le CEHQ doit assurer la conformité à la Loi sur la sécurité des barrages des quelques 6 000 ouvrages que compte le Québec. De ce nombre, pas moins de 760 sont la propriété et la responsabilité du gouvernement du Québec. Ils engendrent des dépenses d'exploitation et d'inspection sans pour autant générer de revenus. C'est pourquoi l'AQPER suggère de rendre disponibles ces sites orphelins (sous gestion du CEHQ) pour des développements hydrauliques de petite envergure. Ce faisant, le CEHQ obtiendrait des revenus de location pour ses sites en lieu et place des charges qu'il supporte actuellement. Le gouvernement, quant à lui, engrangerait des redevances sur les forces hydrauliques ainsi que des taxes et impôts payés auprès des promoteurs et travailleurs.

# LISTE DES RECOMMANDATIONS

## Biocarburants



1. Développer et implanter la norme de teneur minimale obligatoire de 10% d'éthanol dans l'essence (E10) et de 2% dans le diesel (B2) pour 2020 et de 5% pour le gaz naturel renouvelable dans le gaz distribué au Québec pour 2025 ;
  - Annoncer rapidement que cette teneur sera portée à 15% d'éthanol dans l'essence (E15) et de 10% dans le diesel (B10) pour 2030. Ce signal clair à l'industrie diminuera le risque réglementaire, redouté par les financiers, et abaissera le coût de financement des projets en créant une certitude de marché.
2. Implanter une norme de carburants à faible teneur en carbone (*Low Carbon Fuels Standard*). Cette norme permettra d'établir une intensité carbone à chaque carburant/énergie de remplacement en transport incluant la voiture électrique et le gaz naturel renouvelable sur la base de l'analyse de cycle de vie et viendra en complément de la teneur minimale en éthanol et en diesel présentée au point 1 ;
3. Créer un programme facilitant l'accès au capital de façon à stimuler les investissements privés pour la construction de nouvelles unités de production de carburants renouvelables (incluant les besoins particuliers en capitaux des usines de production de biocarburants avancés/cellulosiques) ou l'optimisation d'unités en production actuellement (maximisation de production à coûts compétitifs). Le tout, afin d'augmenter la production locale de carburants renouvelables et de favoriser l'économie circulaire ;
4. Favoriser le développement de nouveaux carburants renouvelables (incluant de type « drop-in » pour les secteurs de l'aviation et naval) et l'amélioration des procédés de production grâce à des programmes de R&D, d'usine pilote et de démonstration ;
5. Déployer des stations-service multi énergies, en partenariat avec les opérateurs des stations déjà en activité, afin d'accroître le taux de pénétration des énergies alternatives à l'essence et au diesel ;
6. Reconnaître l'apport des carburants renouvelables dans la réduction des GES liés au secteur du transport, dans le cadre du marché actuel de plafonnement et d'échange des droits d'émissions (SPEDE), pour les producteurs de ceux-ci ;
7. Avoir recourt à l'écofiscalité pour les usines de production de biocarburants afin d'en favoriser la production locale plutôt que l'importation et ainsi créer un environnement concurrentiel dans le contexte du marché intégré avec les États-Unis.

## Éolien

1. Développer un « Plan économique d'utilisation de l'énergie électrique disponible » qui utilisera l'énergie actuellement disponible comme moteur du développement économique régional et provincial, de l'attraction de grands consommateurs et de la transition énergétique dans le secteur des transports électriques ;
2. Conformément à la politique énergétique 2030, mettre en place des appels d'offres à long terme afin d'acheter des blocs d'électricité de source éolienne dès que l'offre globale atteint le seuil de 102,5% de la demande québécoise ;
3. Instaurer une stratégie de rééquipement (pour la prolongation de la durée de vie) des parcs actuels arrivés au terme de leur contrat ;
4. Éliminer le plafond lié au taux de pénétration de 10% d'énergie éolienne sur le réseau électrique à l'instar de la plupart des juridictions européennes<sup>1</sup> afin de pleinement valoriser les attributs des grands réservoirs hydrauliques québécois comme source d'équilibrage ;
5. Abroger les dispositions de la loi 28 forçant le recours prioritaire à l'électricité post-patrimoniale puisque l'équilibre budgétaire est maintenant atteint ;
6. Demander à Hydro-Québec Distribution de procéder à des ventes par appels d'offres ouverts à tous de l'électricité excédentaire, en y incluant les attributs environnementaux associés, afin d'en maximiser la valeur. Cette façon de faire réduira la facture des consommateurs québécois ;
7. Développer un type de produits spécifiques (tarifs et conditions) permettant aux clients québécois d'obtenir une carboneutralité totale de leur électricité consommée. Une telle certification n'est actuellement pas possible compte tenu des importations ponctuelles des centrales thermiques situées dans les marchés limitrophes. Un produit 100% éolien-hydraulique par exemple ;
8. Autoriser l'alimentation des sites miniers par des réseaux isolés développés et opérés par des partenariats Premières Nations- développeurs privés là où les coûts de raccordement sont trop élevés ;
9. Favoriser des approvisionnements de type double RFP entre fournisseurs et clients pour des clientèles ciblées auxquelles Hydro-Québec ne serait disposé à fournir ;

<sup>1</sup> <https://windeurope.org/wp-content/uploads/images/about-wind/infographics/WindEurope-Infographic-System-Integration.pdf>; <https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/67240.pdf>; <http://euanmearns.com/wind-power-denmark-and-the-island-of-denmark/>;

10. Revoir les critères d'autoproduction relatifs à la dualité de la source et de la consommation, permettant la décentralisation des sources d'approvisionnement ;
11. Réaliser la décarbonisation totale du réseau électrique québécois d'ici 2023 ;
12. Doter le Québec d'un plan de soutien à l'exportation des composantes et des expertises de la filière éolienne québécoise.
13. Déployer progressivement le recours à la technologie « power to gas », actuellement utilisée dans différentes juridictions européennes, afin de valoriser lors des période de pointe l'énergie produite en période de faible consommation.

## Solaire

1. Inclure l'énergie solaire dans la construction et la rénovation des bâtiments avec le développement d'un standard de construction « solar ready ». La présence du solaire thermique pourrait également être mise à contribution dans les sites industriels afin de réduire le recours aux combustibles fossiles ;
2. Poursuivre les programmes de support à l'installation de murs solaires permettant de faire le préchauffage de l'air. L'AQPER est également d'avis que l'alimentation électrique d'un bon nombre de chalets, pourvoies, bâtiments de la Sépaq ou communautés éloignées gagnerait à intégrer le solaire (avec batteries ou en complémentarité avec d'autres sources de production) afin de réduire le recours aux génératrices ou à la construction de câbles de raccordement de plusieurs centaines de mètres, voire de kilomètres, pour un seul consommateur ;
3. Considérer le support aux projets de démonstration solaire pour les secteurs industriels et miniers afin de réduire leur consommation de combustibles fossiles et l'émission des GES associés. Compte tenu de l'ampleur de la demande mondiale pour les chaînes de froid, une attention devrait également être portée aux derniers stades de développement de la technologie de refroidissement/climatisation solaire. Un créneau porteur dans lequel le Québec pourrait se démarquer ;
4. Favoriser des approvisionnements de type double RFP entre fournisseurs et clients pour des clientèles ciblées auxquelles Hydro-Québec ne serait disposée à fournir ;

5. Revoir les critères d'autoproduction relatifs à la dualité de la source et de la consommation, permettant la décentralisation des sources d'approvisionnement ;

6. L'AQPER est d'avis qu'il serait moins cher pour le Québec que les projets d'énergie solaire raccordés au réseau d'Hydro-Québec (ex.: 100 MW) soient réalisés par un développeur québécois qui a déjà développé une expertise sur les marchés voisins puisque le savoir-faire est existant. Nous encourageons le prochain gouvernement du Québec à procéder par appel d'offres pour se procurer de l'énergie solaire.

## **Biomasse/Biogaz**

1. Mettre en place des mesures permettant de développer une demande locale soutenue pour la biomasse et les granules destinés au besoin de chaleur, notamment par des mesures ayant trait à l'exemplarité de l'État ;

2. Accélérer les programmes de financement de conversion énergétique à la biomasse avec une attention particulière pour les réseaux isolés ou les régions non reliées au réseau électrique continental ;

3. Travailler de concert avec la Société du Plan Nord et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) afin de permettre l'attribution de volumes garantis à long terme de biomasse forestière résiduelle dans le secteur énergétique ;

4. Reconnaître la récolte de la biomasse forestière résiduelle sur les parterres de coupe lors de la récolte comme étant une pratique sylvicole et lui accorder les crédits qui y sont associés ;

5. Mettre en place des mesures permettant de développer une demande locale soutenue pour la biomasse destinée au besoin de chaleur afin de permettre de générer les liquidités requises pour supporter les marges de crédit à l'exportation ;

6. Fixer une teneur minimale de 5% de gaz naturels renouvelables produits au Québec pour l'ensemble du méthane commercialisé. Une telle norme créerait un marché pour le gaz naturel renouvelable tout en envoyant un signal de prix (les projets les plus performants seraient les premiers à vendre leur production) ;

7. Financer des projets de démonstration et de nouvelles technologies, de même que valoriser les émissions de méthane provenant de lieux d'enfouissement technique (LET) situés hors d'atteinte du réseau gazier ;

8. Favoriser la conversion de certains véhicules municipaux, de livraison urbaine ou de transport de marchandises au gaz naturel renouvelable liquéfié (GNRL) ou comprimé (GNRC).
9. Développer (avec ou sans les fonds fédéraux disponibles) un programme de financement pour des projets de biométhanisation en milieu agricole ;
10. Permettre le traitement de résidus de l'industrie agroalimentaire par des biométhaniseurs agricoles (à la ferme) sans pour autant que ceux-ci soient considérés comme étant des volumes provenant de l'extérieur de la ferme ;
11. Revoir les lignes directrices pour l'encadrement des activités de biométhanisation afin de faciliter l'approbation des projets agricoles ainsi que la définition de ceux-ci, le tout afin de diversifier les sources de revenus agricoles et de réduire les émissions de GES de ce secteur.

## **Petite hydraulique**

1. Maintenir un environnement d'affaires stable et prévisible pour les propriétaires de centrales; un cadre leur permettant de rencontrer les nouvelles charges imposées par la nouvelle LQE ainsi que par les mises à jour de la Loi sur la sécurité des barrages ;
2. Rendre disponibles les ouvrages orphelins, gérés par le CEHQ, au développement hydroélectrique de petite envergure ;
3. Demander à Hydro-Québec de procéder à un appel d'offres toute filière renouvelable confondue afin de combler les nouveaux besoins d'Énergie et de puissance, notamment en lien avec les chaînes de blocs ou autre développement économique.



## À PROPOS DE **AQPER**

Porte-parole de l'industrie au Québec, l'Association québécoise de la production d'énergie renouvelable (AQPER) regroupe les intervenants du secteur des énergies renouvelables. Elle intègre dans son champ d'action les acteurs des filières hydraulique, éolienne, de la bioénergie ainsi que de l'énergie solaire.

Véritable carrefour d'échanges sur les énergies vertes entre les intervenants du milieu, les pouvoirs publics et les citoyens, l'AQPER a pour mission d'accroître la production d'énergie renouvelable de source indépendante et d'en maximiser la valorisation dans le portefeuille énergétique québécois.

Pour ce faire, elle favorise l'avancement et la diffusion de la connaissance scientifique et technique, encourage la recherche et le développement, esquisse de nouveaux modèles d'affaires et contribue à développer une expertise proprement québécoise.

L'AQPER présente des mémoires auprès des autorités gouvernementales et paragouvernementales et collabore avec les organismes et ministères en participant notamment à des comités et à des tables de travail sur des enjeux ciblés. Elle contribue à l'atteinte des objectifs gouvernementaux en matière de développement économique, de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de dépendance au pétrole. Elle donne également des conférences et organise annuellement un colloque portant sur les grands enjeux de l'heure.



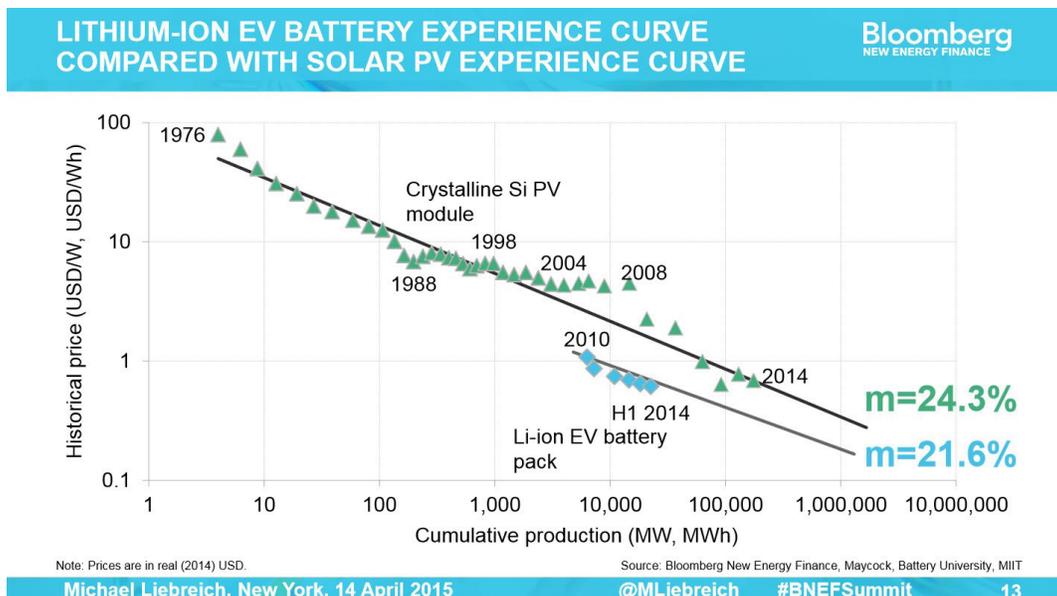
## L'ÈRE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Dépourvu de combustibles fossiles conventionnels, le Québec a largement fondé son développement économique sur son hydroélectricité et l'utilisation de sa biomasse. Tel que l'explique l'Annexe 1, cette différence significative a eu pour effet de positionner le Québec comme un acteur privilégié de la prochaine vague technologique, celle des énergies renouvelables et de l'intelligence artificielle.

Amorcé au début du siècle dernier, l'aménagement successif des rivières ayant le meilleur potentiel technico-économique a permis au Québec de se construire un parc de centrales hydroélectriques patrimoniales compétitives à une époque où les autres technologies renouvelables n'étaient pas encore matures.

Une série de découvertes scientifiques, l'introduction de nombreuses innovations et l'abaissement des coûts de production obtenus par les économies d'échelle ont permis d'abaisser le coût de production de l'énergie renouvelable. Une analyse réalisée par Bloomberg en 2015 illustre le chemin parcouru en quelques décennies, voir figure 2.1, soit une baisse de prix de plus de 20% annuellement.

Figure 2.1- Comparaison des baisses de prix par retour d'expérience (filrière solaire et stockage énergétique)

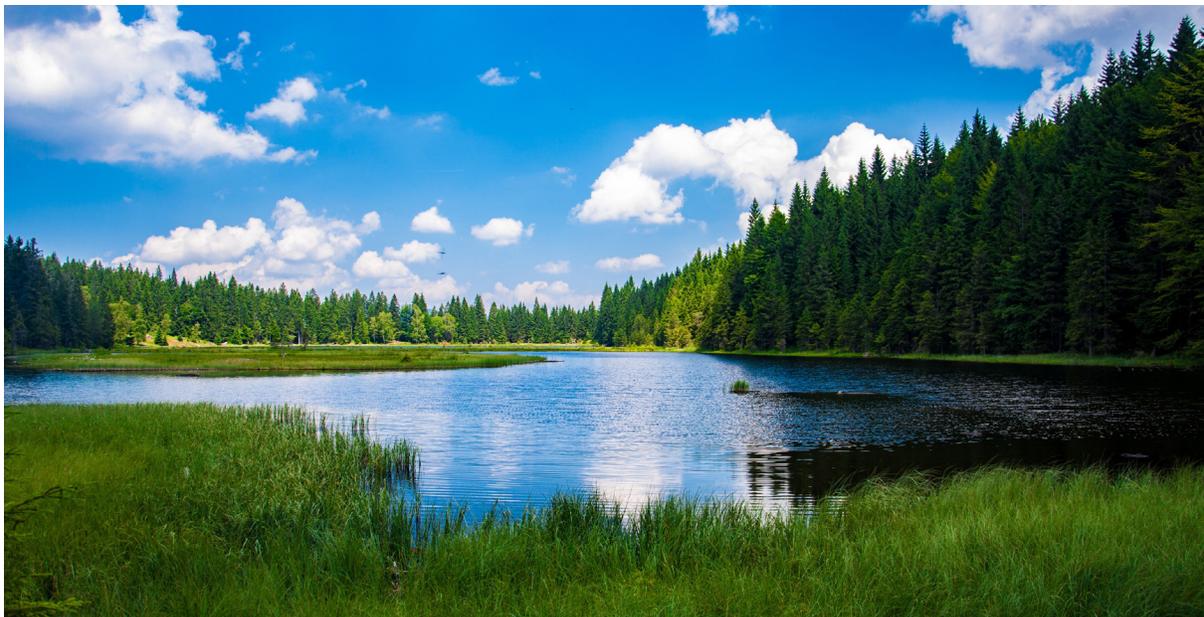


Sur le plan électrique, le coût de revient des technologies solaires, éoliennes et des batteries rendent aujourd'hui ces technologies plus économiques que la construction de grands complexes hydroélectriques. Leur grande flexibilité en matière de taille et de configuration, leur souplesse de déploiement et leur facilité d'intégration à des microréseaux les rendent aujourd'hui plus compétitives que tout futur grand projet hydroélectrique. Le déploiement de ces filières et les retombées qu'elles génèrent s'avèrent un moteur de développement économique important pour le Québec et ses régions.

En matière de substitution des produits pétroliers, le Québec possède le savoir-faire et les ressources pour déplacer une part significative de ses produits pétroliers importés par des bioénergies.

Éthanol, biodiesel, carburants synthétiques, gaz naturel renouvelable, huile pyrolytique et biomasse forestière sont autant de solutions disponibles locales qui ne demandent qu'à contribuer à l'économie québécoise et à l'atteinte des cibles de réduction de GES que nous nous sommes fixés collectivement.

Les prochaines sections du document passeront en revue les façons par lesquelles les différentes filières d'énergies renouvelables peuvent contribuer à améliorer l'économie, l'environnement et la société québécoise dans son ensemble tout en suggérant des pistes d'action pour ce faire.



# BIOCARBURANTS, ÉLECTRIFICATION ET MOBILITÉ: LE TRIO DE CHOC POUR UN SECTEUR DES TRANSPORTS DURABLE

## 3.1 Principaux enjeux auxquels le Québec est confrontés dans ce secteur

### 3.1.1 La dépendance aux hydrocarbures

La Politique énergétique 2030 vise notamment, d'une part, une réduction de 40% de la consommation de produits pétroliers et, d'autre part, l'accroissement de 50% de la production de bioénergies. L'urgence d'agir se fait particulièrement sentir dans le secteur du transport, qui dépend presque à 100 % des hydrocarbures importés pour répondre à ses besoins et qui, à lui seul, est responsable de près de 42% des émissions de GES au Québec<sup>2</sup>.

Par ailleurs, ces importations coûtent cher à l'économie du Québec. En effet, en 2017, le Québec a importé pour près de 4 milliards de dollars (4G\$) de pétrole brut classique<sup>3</sup>. Ces importations contribuent au déficit de notre balance commerciale qui est actuellement de l'ordre de 14 G\$ par année<sup>4</sup>.

### 3.1.2 La lutte aux changements climatiques

Le Québec s'est fixé des objectifs très ambitieux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) par rapport à 1990, à savoir : une réduction de 20% d'ici 2020, de 35,7% d'ici 2030 et de 80% à 95% pour 2050<sup>5</sup>.

Malheureusement, le *Bilan de mi-parcours du Plan d'action 2013-2020* sur les changements climatiques du gouvernement du Québec établit que les émissions de GES dans ce secteur sont en hausse de 21,3% depuis 1990. À cet égard, dans le plus récent rapport de la Chaire de gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal sur *l'État de l'énergie au Québec 2018*, on apprend que « deux fois plus d'argent a été dépensé en 2016 pour l'achat de camions (10,9G\$) par rapport aux voitures (5,5G\$). Cette tendance est exponentielle depuis 2009 »<sup>6</sup>. Compte tenu de cette tendance, le fait de favoriser de plus en plus le recours à des carburants propres et renouvelables pour déplacer une partie des carburants fossiles apparaît comme étant une approche à la fois réaliste et intéressante dont l'efficacité a déjà été clairement démontrée.

2 Bien que cette donnée s'applique aux résultats de l'année 2015, il s'agit de la donnée la plus à jour. Voir <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/ges/2015/inventaire1990-2015.pdf>, p.19.

3 [http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/commerce-exterieur/imp\\_prod.htm](http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/commerce-exterieur/imp_prod.htm)

4 <https://www.bnc.ca/content/dam/bnc/fr/taux-et-analyses/analyse-economique/nouvelles-economiques-commerce-qc.pdf>

5 <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/engagement-quebec.asp>

6 [http://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2017/12/EEQ2018\\_WEB-FINAL.pdf](http://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2017/12/EEQ2018_WEB-FINAL.pdf), p.28.

## 3.2 Opportunités pour le Québec

Le Québec dispose de quantités importantes de biomasse forestière résiduelle<sup>7</sup> et agricole<sup>8</sup> de qualité ainsi que de matières résiduelles provenant des secteurs résidentiel, institutionnel, commercial et industriel dont la valorisation en carburants renouvelables présente de nombreux avantages sociaux-économiques et environnementaux.

Le Québec a non seulement accès à la matière première nécessaire, mais il dispose également de technologies performantes, et ce, tant au point de vue économique, énergétique, qu'environnemental. Ces technologies, dont certaines ont déjà été implantées avec succès au Québec depuis plusieurs années, sont capables de transformer cette biomasse en biocarburants de très grande qualité pouvant être mis en marché via les infrastructures de transport, de stockage et de distribution, existantes et utilisées par la flotte actuelle de voitures et de camions légers.

Ainsi, en favorisant le développement de la production et de l'utilisation des biocarburants (éthanol, biodiésel, carburants synthétiques verts et gaz naturel renouvelable), le gouvernement réduira les émissions de GES du secteur des transports, ce qui contribuera à l'atteinte de ses objectifs environnementaux, tout en contribuant au développement économique et social du Québec. Qu'ils soient sous forme liquide ou gazeuse, les bioénergies font définitivement partie de la solution. Ce chapitre portera principalement sur les carburants liquides, alors que les alternatives en gaz naturel renouvelable seront traitées au chapitre 6.

## 3.3 Contexte: Des projets porteurs pour notre environnement et notre économie

Les acteurs québécois de la filière des biocarburants ont déjà démontré leur expertise et leur apport à la réduction des émissions de GES tout en favorisant le développement économique du Québec.

### 3.3.1 Greenfield Global Québec

Suite à l'instauration du crédit d'impôt remboursable pour la production d'éthanol au Québec en 2006, la société Greenfield Global Québec inc. (*Greenfield Global*) a procédé, au coût de 126 M\$, à l'implantation de sa distillerie de Varennes d'une capacité initiale de 120 ML par année. Suite à des investissements supplémentaires de 37 M\$ au niveau de divers projets d'optimisation des

<sup>7</sup> [http://gimxport.org/wp-content/uploads/2017/12/5-Francois\\_Baril\\_PPTpresentation-New-Richmond\\_FB.pdf](http://gimxport.org/wp-content/uploads/2017/12/5-Francois_Baril_PPTpresentation-New-Richmond_FB.pdf)

<sup>8</sup> [https://sencanada.ca/content/sen/committee/421/AGFO/Briefs/2016-02-16ProducteursdegrainsduQu%C3%A9bec\\_f.pdf](https://sencanada.ca/content/sen/committee/421/AGFO/Briefs/2016-02-16ProducteursdegrainsduQu%C3%A9bec_f.pdf)



installations, Greenfield Global produit maintenant 180 ML par année d'éthanol-carburant destiné au marché québécois des carburants renouvelables<sup>9</sup>. En plus de l'éthanol, le procédé de fabrication génère également des coproduits à très grande valeur ajoutée qui sont entièrement consommés par différents acheteurs : aliments protéiniques pour animaux, huile de maïs-grain destinée aux éleveurs de volaille ou pouvant être transformée en biodiesel et CO<sub>2</sub> de qualité alimentaire utilisé comme effervescent pour les boissons gazeuses ou pour fabriquer de la glace sèche.

Avec sa production d'éthanol-carburant représentant près de 4% de la consommation d'essence du Québec, Greenfield Global permet de réduire annuellement de plus de 300 000 tonnes de CO<sub>2</sub><sup>éq</sup> les émissions de GES sur notre territoire, soit l'équivalent de retirer annuellement 90 000 véhicules légers de la circulation<sup>10</sup>. En fait, l'empreinte de carbone de la distillerie de Greenfield Global à Varennes est parmi les plus basses en Amérique du Nord. En prévision de l'établissement d'une telle norme et suite à la reconduction du crédit d'impôt remboursable pour la production d'éthanol au Québec, Greenfield Global a annoncé le lancement d'études d'avant-projet pour augmenter la capacité de sa distillerie à 300 ML par année au coût prévu de 90 M\$<sup>11</sup>.

9 La valeur ajoutée de Greenfield Global dans l'économie québécoise surpasse les 200 M\$ annuellement en termes de dépenses d'exploitation, incluant l'achat de matière première renouvelable, et de retombées économiques directes et indirectes locales. Elle emploie 60 personnes à temps plein et génère plusieurs centaines d'emplois indirects et induits notamment dans les secteurs: agricole, transport, construction, recherche, l'expertise-conseil spécialisée, etc. Greenfield Global est donc actuellement un joueur-clé dans l'économie circulaire du Québec et ses projets de développement récemment annoncés ou déjà en cours de réalisation lui permettront d'accroître de façon significative son positionnement et sa contribution au développement durable au Québec.

<http://www.greenfield.com/media/greenfield-global-envisage-une-expansion-majeure-de-sa-production-de-biocarburants-varennes-au-quebec/?lang=fr>  
<http://www.ville.varennes.qc.ca/une/20161221-debutdelaconstructionducentredetraitementsdesmatieresorganiquesparbiomethanisationdelasemecs>

10 <https://politiqueenergetique.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/politique-energetique-2030.pdf> et une étude réalisée par une firme indépendante spécialisée dans le domaine à partir d'un modèle reconnu de calcul du cycle de vie complet et de données opérationnelles réelles et vérifiables.

11 <http://www.greenfield.com/media/greenfield-global-envisage-une-expansion-majeure-de-sa-production-de-biocarburants-varennes-au-quebec/?lang=fr>

### 3.3.2 Production d'éthanol cellulosique

La société Enerkem est un leader dans la production de biocarburants celluloseux. Ses usines pilote à Sherbrooke et de démonstration à Westbury en Estrie ont permis le développement d'une technologie exclusive ainsi que la construction de la première usine au monde de production d'éthanol cellulosique à partir de matières résiduelles urbaines à Edmonton. Enerkem prépare maintenant la construction de sa première usine commerciale de production d'éthanol cellulosique à Varennes au Québec. L'usine, qui représente un investissement de 150 M\$, utilisera des matières résiduelles urbaines commerciales et industrielles comme matière première, aura une capacité de production annuelle de plus de 40 ML et entraînera des retombées économiques annuelles au Québec de 94 M\$.

### 3.3.3 L'éthanol à la pompe au Québec

Vendue aux raffineurs du Québec, la production québécoise fait partie des approvisionnements qui leur permettent d'être conformes à la norme fédérale actuelle de 5% d'éthanol en moyenne dans l'essence. Toutefois, beaucoup plus pourrait être fait dans la mesure où le Québec se doterait d'une cible de 10% similaire à celle des États-Unis<sup>12</sup> ou de l'Ontario<sup>13</sup>. La réglementation mise en place chez notre province voisine pour 2020, soit l'imposition d'une teneur minimale (*Renewable Fuel Standard ou RFS*) et d'une réduction minimale obligatoire des GES de 40%, aurait un triple effet structurant pour le Québec :



12 <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=27&t=10>

13 [https://www.ontario.ca/laws/docs/050535\\_e.doc](https://www.ontario.ca/laws/docs/050535_e.doc)

1. **L'accroissement du volume produit au Québec** se ferait à la suite d'investissements importants en infrastructures de production, par des dépenses auprès de fournisseurs locaux d'entrants, par la vente de sous-produits à des acheteurs locaux, par des emplois ;
2. **Une réduction des importations de pétrole**, ce qui améliorerait la balance commerciale du Québec de façon significative en favorisant la production locale tout en réduisant les émissions de GES liées au secteur du transport ;
3. **Une réduction des importations d'éthanol fabriqué aux États-Unis** dans des usines ne se qualifiant pas pour l'obtention de crédits verts compte tenu de l'intensité carbonique du carburant y étant produit. Là encore, une amélioration de la balance commerciale et une réduction des émissions de GES sera obtenue.

### 3.3.4 Biodiesel

Quant au biodiesel, plus de 3,6 ML ont été livrés par Innoltek au contrat d'approvisionnement public (Ville de Montréal, STM, etc.). Ce biocarburant a aidé ces clients à réduire leurs émissions de GES de 11 400 tonnes. Pour y parvenir, l'entreprise a investi près de 0,85 M\$ et déboursé près de 2,5 M\$ en coûts de fonctionnement auprès d'entreprises québécoises. Au terme de l'année financière gouvernementale 2017-2018 et conformément au dernier budget, Innoltek sera admissible à un crédit d'impôt d'un peu plus de 109 000\$, soit environ 43% de la TVQ qu'il a perçu sur ses ventes pour le gouvernement du Québec. Suite à une acquisition, l'entreprise dispose à présent d'un second site de production au Québec et possède une capacité annuelle pouvant aller jusqu'à 12 ML. Advenant l'adoption d'un programme de support adéquat, Innoltek compte investir 8 M\$ dans ses installations au Québec afin de porter sa capacité de production annuelle à 30 ML.



La compagnie Rothsay, fabrique annuellement près de 60 ML de biodiesel à partir de son usine localisée à Sainte-Catherine, sur la rive sud de Montréal. Produit à partir de résidus du secteur agroalimentaire (gras animal et recyclage de l'huile de cuisson) ce biodiesel permet une réduction de 80% des émissions de GES par rapport au diesel régulier. À l'heure actuelle, la production de cette usine est en bonne partie exportée aux États-Unis afin de bénéficier des crédits verts qui y sont disponibles.

### 3.3.5 Diesel synthétique

Fabriqué à partir de résidus forestiers, le diesel synthétique ou de seconde génération est obtenu à partir de recombinaison des atomes de carbone de la biomasse forestière avec des atomes d'hydrogène ou à partir de la fermentation des sucres (cellulose) contenus dans la fibre de bois. Ce produit à la particularité d'être totalement interchangeable avec le diesel ou le mazout régulier durant toute l'année puisque son point trouble survient à  $-40^{\circ}\text{C}$ , soit à la même température que le produit qu'il vise à remplacer<sup>14</sup>.

Des projets de taille moyenne, dont ceux de la québécoise Cellufuel permettront de transformer 49 000 tonnes métriques vertes de résidus forestiers en 16,5 ML de diesel synthétique de type « drop-in » ou destiné au chauffage en remplacement du mazout conventionnel. Ce type d'unité est parfaitement adapté pour s'insérer à même la chaîne de valeur de nombreuses scieries présentes sur le territoire québécois. Le procédé permet également l'utilisation de matières plastiques jusqu'à un ratio plastique – bois de 60-40. L'unité Demo 2.0 permettra de valider les dernières hypothèses et de passer au développement commercial. Cellufuel prévoit installer 10 unités au cours des 10 prochaines années. Le prix de vente visé pour ce produit est actuellement fixé à 0,92\$/L, ce qui est l'équivalent de la moyenne du prix pondéré du mazout vendu au Québec au cours des 9 dernières années<sup>15</sup>, voir figure 3.1.

Pareille production permettrait :

- D'alimenter la machinerie forestière et sa logistique jusqu'à la scierie avec un carburant vert et carboneutre, ce qui bénéficierait à l'image de marque de la forêt certifiée québécoise<sup>16</sup> ;
- Le secteur des pêches et le secteur maritime en général, sont deux autres secteurs écoresponsables ;
- De rendre certaines régions autosuffisantes pour les besoins des moteurs diesel telles que les Îles-de-la-Madeleine (électricité et chauffage) ;

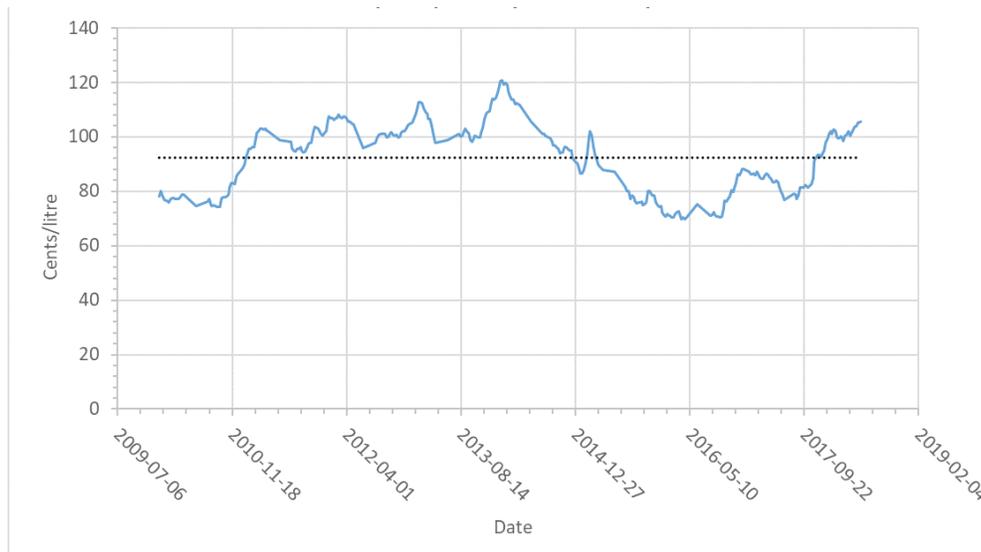
14 À l'instar des produits conventionnels, l'ajout d'additifs permet d'en abaisser le point trouble.

15 Données publiées par la Régie de l'énergie

16 Le Québec possède 13% des forêts certifiées de la planète, information présentée dans l'allocution du sous-ministre associé aux Forêts, M. Ronald Brizard, lors du 4e symposium forestier de La Tuque le 3 novembre 2017.

- De réduire l’empreinte carbonique du secteur de la machinerie et du transport au Québec. Chaque litre de diesel synthétique produit 93% moins de GES que le diesel conventionnel.

**Figure 3.1- Variation temporelle du prix moyen de détail pondéré du mazout au Québec (entre 2009 et 2018)**



Un projet d’envergure mondiale est également en préparation, le projet de Bioénergie La Tuque (BELT). Associé au leader mondial des carburants renouvelables, la finlandaise Neste<sup>17</sup>, le projet prévoit transformer 1,2 M de tonnes métriques vertes de résidus forestiers, en 207 ML de diesel synthétique 100% vert, soit près de 4% de la demande actuelle. Pour ce faire, un investissement de plus de 1 G\$ sera requis. Près de 500 emplois seront créés. Le procédé de fabrication pourrait également être ajusté afin de répondre aux besoins du marché : huile à chauffage synthétique, kérosène synthétique et autres produits synthétique pourront également être produits afin de répondre à la demande du marché.

### 3.3.6 Huile pyrolytique en remplacement du mazout lourd

Enfin le projet d’huile pyrolytique de Bioénergie AE-Côte-Nord, de Port-Cartier, transforme 140 000 tonnes vertes de biomasse forestière résiduelle en 41 millions d’huiles pyrolytiques, une énergie verte qui remplace le mazout lourd dans les besoins de chaleur industrielle. Première usine commerciale de bioénergie à partir de biomasse forestière, réalisée à la suite d’un investissement de différents partenaires à hauteur de 104 M\$, l’installation fournira une énergie permettant de réduire de 70 000 tonnes de CO<sub>2e</sub><sup>18</sup>.

<sup>17</sup> <https://www.neste.com/neste-winner-industry-leader-award-biofuels-category-2016-global-energy-awards>; <http://lemaitrepapetier.ca/index.php/energies-forestieres/bioraffinage/5208-2017-01-19-17-47-46.html>

<sup>18</sup> Données internes de la compagnie

### 3.4 Des retombées proportionnelles à l'ambition

Une récente étude réalisée par la firme Doyletech pour Advanced Biofuels Canada a quantifié les retombées économiques attendues à la suite d'une hausse de la teneur minimale en biocarburants et en abattement de GES résultants des RFS et LCFS au niveau fédéral et provincial. Réalisée à partir d'une recension des derniers investissements réalisés au niveau canadien et de par le monde, l'analyse permet de constater que les avantages sont proportionnels à la hauteur de la cible fixée. Ces études démontrent que cette filière en croissance a le potentiel de générer des retombées annuelles entre 1 G\$ et 2,4 G\$.

Deux scénarios sont développés par les auteurs :

**Tableau 3.A- Paramètres des scénarios de l'étude sur les retombées économiques**

SCÉNARIO 1	SCÉNARIO 2
La teneur minimale en éthanol passe de 5% à 10%	La teneur minimale en éthanol passe à 20,35%
La teneur en biodiesel passe de 2% à 5%	La teneur en biodiesel/diesel synthétique passe à 14,07%
Le prix de l'éthanol se situe dans une fourchette de 0,60\$/L à 0,70\$/L	Le prix du biodiesel est établi à 0,90\$/L
Des revenus additionnels de 13% sont également pris en compte pour la vente des sous-produits	Des revenus additionnels de 0,20\$/L sont également pris en compte pour les sous-produits

Pour ces deux scénarios, l'approvisionnement requis pour satisfaire cette nouvelle demande est produit localement.

#### RÉSULTATS DU SCÉNARIO 1 POUR LE QUÉBEC

- Pour atteindre cette cible, l'industrie devrait passer de 180 ML à 680 ML d'éthanol, par l'ajout de 5 usines ;
- Pour atteindre cette cible, l'industrie devrait passer de 69 ML à 249 ML de biodiesel, par l'ajout de 2 usines.

**DÉPENSES DE CAPITALISATION**

Ces investissements engendreraient les dépenses de capitalisation suivantes :

- 806 M\$ de retombées économiques totales ;
- 3957 emplois-année seraient générés pendant la construction ;
- 432 M\$ seraient versés en taxes et impôts aux différents gouvernements.

**DÉPENSES D'OPÉRATION ANNUELLES**

Une fois construites, ces usines auront les dépenses d'opération suivantes :

**Tableau 3.B- Dépenses d'opération annuelles pour la production d'éthanol et de biodiesel au Québec pour le scénario 1**

Éthanol	Biodiesel
734 M\$ de dépenses directes et indirectes	276 M\$ de dépenses directes et indirectes
507 emplois créés	181 emplois créés
145 M\$ en taxes et impôts versés aux différents gouvernements	54 M\$ en taxes et impôts versés aux différents gouvernements

**RÉSULTATS DU SCÉNARIO 2 POUR LE QUÉBEC**

- Pour atteindre cette cible, l'industrie devrait passer de 180 ML à 1 380 ML d'éthanol, par l'ajout de 7 usines ;
- Pour atteindre cette cible, l'industrie devrait passer de 69 ML à 669 ML de biodiesel, par l'ajout de 3 usines.

**DÉPENSES D'OPÉRATION ANNUELLES**

Une fois construites, ces usines auront les dépenses d'opération suivantes :

**Tableau 3.C- Dépenses d'opération annuelles pour la production d'éthanol et de biodiesel au Québec pour le scénario 2**

Éthanol	Biodiesel
1 464 M\$ de dépenses directes et indirectes	1 015 M\$ de dépenses directes et indirectes
1000 emplois créés	666 emplois créés
288 M\$ en taxes et impôts versés aux différents gouvernements	54 M\$ en taxes et impôts versés aux différents gouvernements

Ces résultats nous amènent à constater que les biocarburants liquides peuvent jouer un rôle important dans la réduction des émissions de GES, l'amélioration de la balance commerciale du Québec et l'activité économique régionale. Comme toute utilisation de la matrice intersectorielle de l'économie québécoise ou de tout autre simulateur économique similaire, la taille des investissements et leurs retombées pourraient varier selon le type de technologie retenue et la dimension de l'usine. Il n'en demeure pas moins qu'il s'agit d'investissement dont le Québec ne peut se passer.

### 3.5 Faire partie des leaders

En agissant de la sorte, le Québec alignera ses objectifs avec plusieurs autres juridictions avant-gardistes en la matière. Pas moins de 64 pays ont déjà adopté des mesures fixant une teneur minimale en biocarburants.

En 2007, l'Union européenne visait 10% de biocombustibles/combustibles renouvelables pour 2020. La Norvège, pays non membre de l'UE, a, dans son dernier budget, monté la barre à 20% d'ici 2020. La Finlande, avec sa nouvelle politique énergétique, la porte encore plus haut en la portant à 30% d'ici à 2030.

Plus près de nous, les États-Unis ont adopté le principe d'une teneur minimale obligatoire (Renewable Fuel Standard) passant de 9,19% en 2014 à 10,10% pour 2016. Ainsi, en 2015, presque toute l'essence vendue à la pompe contenait un mélange de 10% d'éthanol (E10) selon l'EIA. Quant au biodiesel/diesel renouvelable, la teneur minimale variera selon l'état et même parfois selon la ville. Il est offert à la pompe dans un mélange à 2% (B2), 5% (B5), 20% (B20) et même 100% (B100). Fait à mentionner, près de 20% de la consommation américaine de biodiesel/diesel renouvelable est importée, notamment du Canada. Les États-Unis sont toutefois le premier producteur mondial de biocarburants/carburants renouvelables. Pour y parvenir, le gouvernement

américain a instauré une réglementation progressiste avec systèmes de crédits renouvelables (programme des RIN), une fiscalité incitative (crédit d'impôt et mécanisme de dépréciation accélérée des usines), des programmes de soutien en capital pour les usines et des appels d'offres par le ministère de la Défense afin de soutenir le développement de cette nouvelle industrie. Cette structure de marché a permis à notre voisin du sud d'atteindre ses objectifs en plus de devenir le premier producteur mondial de biocarburants.

Au Canada, 5 provinces ont déjà légiféré pour une norme provinciale supérieure ou égale à la norme fédérale de 5% pour l'éthanol et de 2% pour le biodiesel. L'Ontario vient de hausser à 10% la teneur en éthanol dans l'essence afin de réduire de 35% les émissions de GES par les automobilistes. Selon RI Canada, une analyse indépendante démontre que le nouveau règlement créera également jusqu'à 750 M\$ par an d'activité économique.

### **3.6 Un secteur de la distribution au Québec qui veut faire partie de la solution**

Lors de sa dernière assemblée générale annuelle tenue à Saguenay en mai dernier, les membres de l'Association des distributeurs en énergie du Québec (ADEQ) ont clairement opté pour un virage vers une distribution accrue d'énergies renouvelables. Ses membres, qui opèrent quelque 2 300 points de service au Québec, ont entrepris des démarches afin d'accroître leur offre en énergies vertes. Biomazout, diesel renouvelable, essence à haute teneur en éthanol, hydrogène et bornes de recharge font partie des solutions étudiées.

Après quelques rencontres de travail AQPER-ADEQ, un constat a rapidement émergé : la difficulté de vendre du diesel B5, B20 ou B100 ou de l'essence E10, E15 ou E85 si les raffineries refusent de rendre disponible un tel produit, bien qu'homologué au Canada. Afin de rendre ces produits accessibles, de consommer la production locale de bioénergie et de générer les réductions de GES attendues dans le secteur des transports, une obligation légale issue d'un règlement adopté par le gouvernement du Québec est un incontournable. Adopté simultanément avec les efforts en électrification des transports, un tel règlement permettrait d'offrir une option de décarbonisation aux quelque 5 M de véhicules qui utiliseront encore des carburants liquides une fois la cible de 1M de véhicules électriques atteinte en 2030. Une action simultanée permettrait au Québec de valoriser son électricité verte et sa biomasse (son autre grande richesse renouvelable) pour le plus grand mieux-être de ses collectivités et de son environnement.

### 3.7 Recommandations

1. Développer et implanter la norme de teneur minimale obligatoire de 10% d'éthanol dans l'essence (E10) et de 2% dans le diesel (B2) pour 2020 et de 5% pour le gaz naturel renouvelable dans le gaz distribué au Québec pour 2025 ;

- Annoncer rapidement que cette teneur sera portée à 15% d'éthanol dans l'essence (E15) et de 10% dans le diesel (B10) pour 2030. Ce signal clair à l'industrie diminuera le risque réglementaire, redouté par les financiers, et abaissera le coût de financement des projets en créant une certitude de marché.

2. Implanter une norme de carburants à faible teneur en carbone (*Low Carbon Fuels Standard*). Cette norme permettra d'établir une intensité carbone à chaque carburant/énergie de remplacement en transport incluant la voiture électrique et le gaz naturel renouvelable sur la base de l'analyse de cycle de vie et viendra en complément de la teneur minimale en éthanol et en diesel présentée au point 1 ;

3. Créer un programme facilitant l'accès au capital de façon à stimuler les investissements privés pour la construction de nouvelles unités de production de carburants renouvelables (incluant les besoins particuliers en capitaux des usines de production de biocarburants avancés/cellulosiques) ou l'optimisation d'unités en production actuellement (maximisation de production à coûts compétitifs). Le tout, afin d'augmenter la production locale de carburants renouvelables et de favoriser l'économie circulaire ;

4. Favoriser le développement de nouveaux carburants renouvelables (incluant de type « drop-in » pour les secteurs de l'aviation et naval) et l'amélioration des procédés de production grâce à des programmes de R&D, d'usine pilote et de démonstration ;

5. Déployer des stations-service multi énergies, en partenariat avec les opérateurs des stations déjà en activité, afin d'accroître le taux de pénétration des énergies alternatives à l'essence et au diesel ;

6. Reconnaître l'apport des carburants renouvelables dans la réduction des GES liés au secteur du transport, dans le cadre du marché actuel de plafonnement et d'échange des droits d'émissions (SPEDE), pour les producteurs de ceux-ci ;

7. Avoir recours à l'écofiscalité pour les usines de production de biocarburants afin d'en favoriser la production locale plutôt que l'importation et ainsi créer un environnement concurrentiel dans le contexte du marché intégré avec les États-Unis.

# L'ÉOLIEN POUR RÉPONDRE AUX NOUVEAUX BESOINS

## 4.1 Enjeu

Vecteur de développement économique régional et québécois, la filière éolienne est maintenant évaluée sérieusement par Hydro-Québec pour répondre aux nouveaux besoins énergétiques. « *On a construit la Romaine à 6 sous du kilowattheure. Le prochain ouvrage, qui sera plus au nord, pourrait être beaucoup plus coûteux dépendamment des types de sols. À ce moment, on aura une décision : est-ce qu'on fait de l'éolien ?* », a déclaré le président-directeur général d'Hydro-Québec aux parlementaires chargés d'étudier les crédits d'Hydro-Québec<sup>19</sup>.

## 4.2 Contexte

Depuis le début des années 2000, le Québec a développé et maintenu une expertise en éolien dans plusieurs régions du Québec comme en Gaspésie et au Bas-Saint-Laurent. L'industrie éolienne est maintenant présente dans 13 des 17 régions administratives du Québec. Montréal est à présent une plaque tournante continentale de la filière par sa concentration en expertise technique, opérationnelle, industrielle et financière.

L'Institut de recherche d'Hydro-Québec arrive à un constat similaire dans son *Bilan de l'intégration de l'éolien au système électrique québécois à la fin 2015* et qualifie le programme éolien de succès quant au processus d'approvisionnement, de ses retombées et de son intégration dans le réseau d'Hydro-Québec<sup>20</sup>. Le rapport met également en évidence que la production éolienne s'accroît en hiver, tout comme la demande en électricité. Cette caractéristique, combinée à la prévisibilité de la production, permet aux parcs éoliens de contribuer aux



19 <http://www.assnat.qc.ca/fr/travaux-parlementaires/commissions/capern-41-1/journal-debats/CAPERN-160920.html?appelant=MC>

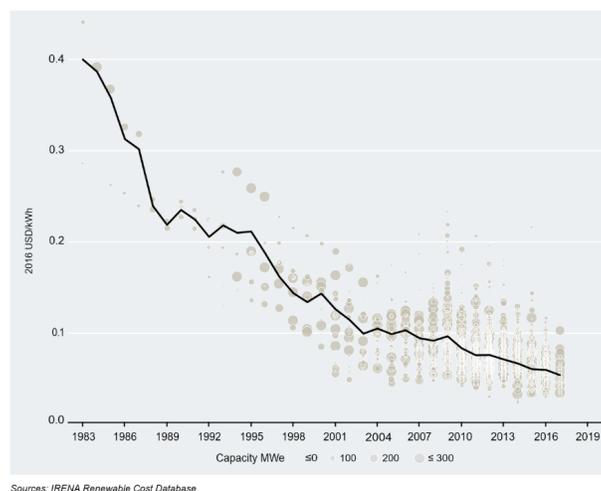
20 <http://www.hydroquebec.com/data/loi-sur-acces/pdf/c-5448-document.pdf>

besoins de puissance d'Hydro-Québec Distribution avec un facteur de 30%<sup>21</sup>. L'entente d'intégration éolienne, signée entre HQD et HQP, permet de porter à 40% la contribution en puissance entre le 1er décembre et le 31 mars. **Il s'agit là d'une caractéristique fort importante dans une période où le Distributeur vit une ère de déficit de puissance!**

#### 4.2.1 Une filière en croissance mondialement

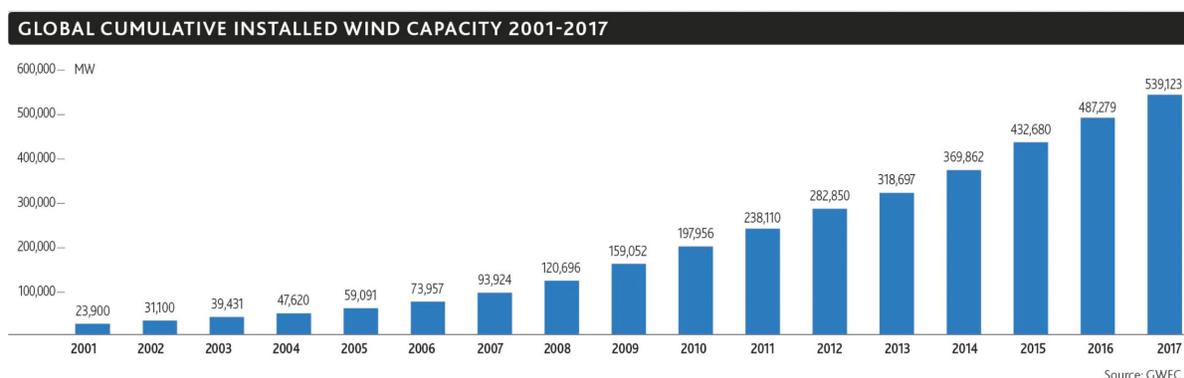
Tel que nous l'indique l'Agence internationale de l'énergie (IRENA) à la figure 4.1, le prix de l'éolien ne cesse de baisser à travers le monde grâce à des améliorations technologiques et à des gains de productivité.

**Figure 4.1- Moyenne pondérée du prix de l'éolien sur terre entre 1983 et 2017 (Exprimé en US¢/kWh en dollars de 2016)**



Cette réalité, combinée à des politiques mondiales de réduction du recours aux énergies fossiles et à la fiabilité de cette technologie, explique pourquoi la popularité de l'éolien ne cesse de croître à l'échelle planétaire (voir figure 4.2). Au cours de l'année 2017, il s'est installé plus de 500 000 MW éoliens à l'échelle planétaire, soit près de 1 MW toutes les 10 minutes.

**Figure 4.2- Accroissement cumulatif mondial de la puissance éolienne entre 2001 et 2017<sup>22</sup> (exprimé en MW)**



21 Idem, p. 58 et suivantes.

22 <http://gwec.net/global-figures/graphs/>

Alors que plusieurs provinces canadiennes ainsi que de nombreux états américains et mexicains font appel à l'éolien pour réduire leurs émissions de GES, la filière québécoise doit être en mesure de maintenir sa position de leader en Amérique du Nord afin de capter les bénéfices de la demande mondiale à pourvoir (comme ce fut le cas pour les firmes d'ingénierie québécoises à la suite du développement de la filière hydraulique dans les années 70 et 80).

#### 4.2.2 Des retombées locales structurantes

Les parcs éoliens sont de puissants moteurs de développement économique. En plus des avantages déjà mentionnés, la filière apporte également de l'argent neuf dans les différentes communautés d'accueil. Selon une étude réalisée par la firme Avisaio, pour le compte de CanWEA, les municipalités et communautés autochtones situées en pourtour des projets, et souvent partenaires financiers de ceux-ci, se partagent près de 100 M\$ grâce à la présence de parcs éoliens<sup>23</sup>. Ces sommes, récurrentes et indexées durant la durée de vie des installations, servent entre autres au financement d'infrastructures municipales, de loisir ou en abaissement du fardeau de taxation municipal des citoyens.

Les travailleurs et travailleuses de l'ensemble du Québec bénéficient également de la présence des parcs éoliens puisque les sociétés financières auxquelles ils confient la gestion de leurs épargnes de retraite prennent des participations significatives dans le secteur éolien. Ainsi, du 10 G\$ investi au Québec dans la construction et le raccordement des parcs éoliens durant les 4 appels d'offres et les contrats convenus de gré à gré, la part la plus importante a été financée localement, voir encadré 4.A.

#### Encadré 4.A

##### Capital investi pour la réalisation des 4 appels d'offres éoliens au Québec

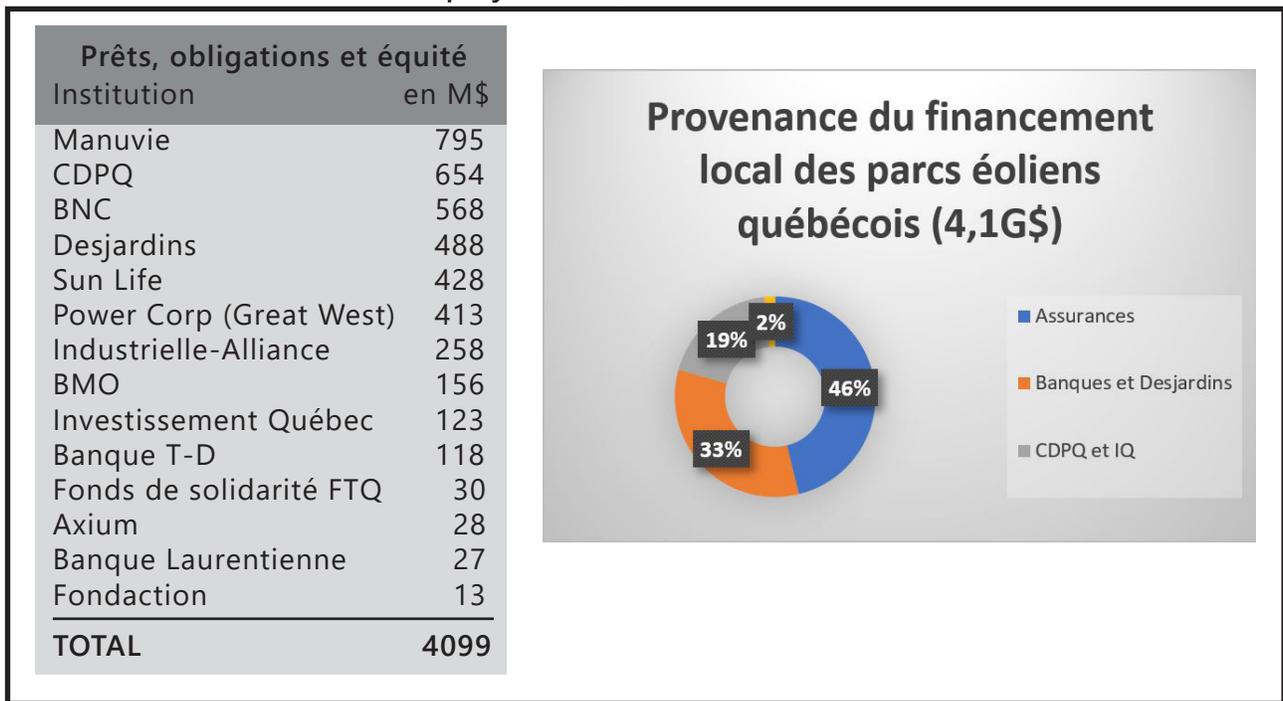
<b>TOTAL</b>	<b>10G\$</b>
<b>USAGE</b>	
<b>Lignes et postes</b>	
Raccordement de parcs et mise à niveau de postes par Hydro-Québec TransÉnergie	2,0G\$
<b>Construction de parcs éoliens (estimation de l'AQPER)</b>	
Mise de fonds des développeurs	1,6G\$
Financement auprès d'institutions financières québécoises et canadiennes	6,4G\$
Source MERN et AQPER	

23 [https://www.eolien.ca/colloque/fr/presentations-colloque/mardi-12-juin-2018/etat-de-la-situation-eolien.raw?task=callelement&item\\_id=559&element=f85c494b-2b32-4109-b8c1-083cca2b7db6&method=download&args\[0\]=7e033241945a0f2c5b85c2f7193d9e27](https://www.eolien.ca/colloque/fr/presentations-colloque/mardi-12-juin-2018/etat-de-la-situation-eolien.raw?task=callelement&item_id=559&element=f85c494b-2b32-4109-b8c1-083cca2b7db6&method=download&args[0]=7e033241945a0f2c5b85c2f7193d9e27)

Suite à une consultation auprès de ses membres producteurs, l'AQPER constate qu'une part significative du financement requis pour la réalisation des projets des différents appels d'offres a été réalisée auprès d'institutions ayant leur siège social au Québec ou y ont une activité significative, notamment dans la gestion de caisses de retraite publiques ou de régimes de retraite corporatifs ou citoyens, voir l'encadré 4.B.

#### Encadré 4.B

##### Financement local obtenu par les développeurs actifs au Québec dès le financement de leurs projets au Québec et à l'extérieur de ses frontières



Il faut également ajouter les participations en achat d'actions menées depuis quelques trimestres par la Caisse de dépôt et placement du Québec (CDPQ) dans le secteur éolien : 10% Innergex<sup>24</sup>, 20% Boralex<sup>25</sup> et 52,4% Invenergy renewables<sup>26</sup>. Que ce soit pour la construction de parcs éoliens au Québec ou pour la construction de nouveaux actifs ailleurs dans le monde, les prêts consentis aux développeurs rapportent des dividendes en plus de voir leur titre s'apprécier au fil des années. L'AQPER constate que bon nombre de fonds communs de placement détiennent des actions de ces compagnies dans leur portefeuille, mais n'a pas été en mesure d'en déterminer la proportion exacte<sup>27</sup>.

24 Au 14 juin 2018, Innergex a 132,6 M d'actions en circulations, pour une capitalisation boursière de 1,8 G\$

25 Au 14 juin 2018, Boralex (BLX) a 76,3M d'actions en circulation, pour une capitalisation boursière de 1,6 G\$.

26 <http://markets.businessinsider.com/news/stocks/cdpq-acquires-significant-additional-stake-in-invenergy-renewables-llc-1025086630>

27 À titre d'exemple, le fonds commun d'action de petites sociétés Empire-vie détient 2% de Boralex, celui de McKenzie (petite capitalisation canadienne F) en détient 2,67%.

Une chose demeure, par leurs rendements stables sur une longue période, les projets éoliens sont des actifs recherchés par les gestionnaires de caisses de retraite dans leur stratégie de création de valeurs pour leurs déposants et l'obtention d'un rendement moyen pluriannuel supérieur à 7%. Ces quelques citations, émises suite à la conclusion de contrats de financement, illustrent cette volonté.

*« Je voulais en faire un cheval de bataille pour le Régime de rentes. C'est une façon conservatrice de se positionner à long terme. Et ça permet de détenir des actifs de grande valeur offrant des rendements peu volatiles. »*

Sylvain Gareau, vice-président du Régime de rentes du Mouvement Desjardins, à propos de l'investissement dans les infrastructures<sup>28</sup>.

*« La Caisse, qui a déjà en portefeuille différents projets éoliens ici et à l'international, contribue aujourd'hui à un autre projet important d'énergie renouvelable au Québec. Ce financement nous permettra de générer des rendements stables et à long terme pour nos déposants au sein d'un secteur d'avenir. »*, a indiqué Marc Cormier, premier vice-président, Revenu fixe à la Caisse, par voie de communiqué<sup>29</sup>.

*« À titre d'investisseur de long terme, la Caisse est à la recherche constante d'occasions de financement qui génèrent des rendements stables et sur plusieurs années. En plus de contribuer au développement d'une énergie propre et renouvelable, le projet éolien Mont Sainte-Marguerite aura un impact positif sur l'économie régionale »*, indique Marc Cormier, premier vice-président, Revenu fixe à la Caisse<sup>30</sup>.

#### 4.2.3 Un second regard sur l'impact des projets éoliens pour le Québec

Pour tout bilan comptable, il faut regarder des deux côtés de l'équation, les revenus et les dépenses, quand vient le temps de faire l'analyse d'un projet. Selon l'AQPER, il devrait en être de même des retombées économiques de la filière éolienne.

D'une part, il y a le très médiatisé coût du surplus électrique engendré par l'électricité post-patrimoniale, mentionné dans le rapport de la Vérificatrice générale du Québec, et de l'écart de prix entre l'électricité patrimoniale et post-patrimoniale. Certes le Québec a des surplus, ils résultent toutefois d'une série de raisons allant d'une difficulté à attirer ici de grands consommateurs, en passant par une transition énergétique qui prend du temps à prendre son air d'aller, à la signature de contrats d'approvisionnement jugés nécessaires au moment où ils ont été contractés et à une série de décisions administratives.

28 <http://www.lapresse.ca/affaires/economie/services-financiers/201606/08/01-4989605-desjardins-la-caisse-de-retraite-des-employes-investit-dans-les-eoliennes.php>

29 <http://www.tvanouvelles.ca/2016/07/22/la-caisse-de-depot-finance-un-parc-eolien-en-gaspesie>

30 <https://www.cdpq.com/fr/actualites/communiques/la-caisse-consent-un-pret-de-90-m-au-projet-eolien-mont-sainte-marguerite>

L'adoption de la loi 28, sanctionnée en avril 2015, figure parmi ces décisions. Adoptée dans le cadre de la restructuration financière des dépenses de l'état afin d'atteindre l'équilibre budgétaire, la loi ordonne à Hydro-Québec Distribution de s'approvisionner en tout premier lieu à partir de l'électricité post-patrimoniale contractée pour répondre à la charge locale. Cette façon de faire laisse à Hydro-Québec Production la prérogative de valoriser sur les marchés d'exportation tout surplus électrique avec lequel le Distributeur doit composer<sup>31</sup>.

Elle permet également à Hydro-Québec Production de vendre à Hydro-Québec Distribution 3,1 TWh d'électricité post-patrimoniale contractée à long terme à un prix de 7,3¢/kWh<sup>32</sup> à partir d'électricité patrimoniale qu'elle lui a retournée et qu'elle aurait payé 2,92¢/kWh<sup>33</sup>. Pour cette simple opération, l'AQPER estime à 135,8 M\$ le profit réalisé par Hydro-Québec Production en 2018-2019. Le profit réalisé par cette opération a été versé au gouvernement du Québec afin de contribuer à l'équilibre budgétaire.

Du côté des revenus, le secteur éolien est directement responsable de retombées économiques considérables au Québec.

**L'éolien, en chiffres, c'est entre autres<sup>34</sup>:**

- 1 200 emplois en Gaspésie et dans la MRC de la Matanie, générés directement par la filière éolienne ;
- 4 000 emplois ailleurs au Québec ;
- 1 000 emplois dans la région de Montréal ;
- 150 entreprises spécialisées, en seulement 15 ans de déploiement de la filière ;
- Plusieurs centres et chaires de recherche partout au Québec :
  - Nergica, jusqu'à tout récemment connu sous le nom de TechnoCentre éolien : ce centre de recherche appliquée en énergies renouvelables agit notamment à titre de centre collégial de transfert de technologie affilié au Cégep de la Gaspésie et des Îles dans le domaine de l'énergie éolienne, de l'énergie solaire photovoltaïque et de l'intégration des énergies renouvelables ;
  - 5 chaires et 2 laboratoires oeuvrent en R&D dans le domaine éolien.
- Avec ses 475 employé(e)s, LM Wind Power est devenue le plus important employeur privé de la Gaspésie ;

31 Loi 28, chapitre IV, articles 16 et 17, p.16, voir : <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2015C8F.PDF> ; <https://www.ledroit.com/archives/quebec-haussera-les-tarifs-deelectricite-a-partir-de-2014-pour-reduire-la-dette-e0ce900e1ca6e60fa43cb6c169737330>

32 Pour l'exercice 2018-2019, voir HQD-6, doc 1, pp. 17. [http://publicsde.regie-energie.qc.ca/projets/414/DocPrj/R-4011-2017-B-0022-Demande-Piece-2017\\_07\\_31.pdf](http://publicsde.regie-energie.qc.ca/projets/414/DocPrj/R-4011-2017-B-0022-Demande-Piece-2017_07_31.pdf)

33 <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=1&file=2018F%2F67982.PDF>

34 Sources : Étude Sécor-KPMG sur les retombées économique de l'industrie éolienne québécoise (2013) et données obtenues par l'AQPER auprès de ses membres en 2018.

- Borea Construction et CER ont installé plus de 47% des MW éoliens au Canada ;
- Boralex est le premier producteur éolien privé de France ;
- Marmen, 2<sup>e</sup> producteur de composantes éoliennes en Amérique du Nord.

#### L'éolien c'est aussi<sup>35</sup>:

- Au moins 3,0G\$ de paiement en intérêts versés en 20 ans à des prêteurs locaux<sup>36</sup> ;
- 318M\$ en dépense annuelle des opérateurs de parcs au Québec (étude Aviseo Conseil et CanWEA 2018) ;
- Près de 120M\$/an en versement aux communautés et gouvernement du Québec.

C'est pourquoi l'AQPER demande d'analyser avec Hydro-Québec les moyens pouvant être mis en place afin de poursuivre le développement de la filière éolienne au Québec. Des appels d'offres à long terme et une stratégie de rééquipement des parcs actuels arrivés au terme de leur contrat permettront d'assurer une stabilité et une prévisibilité au marché. L'essor de la filière devrait également passer l'exportation sur les marchés limitrophes d'une électricité de sources éolienne/grande hydraulique (40/60), un produit recherché au



35 Données obtenues auprès de membres producteurs de l'AQPER et de l'étude Canwea-Aviseo sur les dépenses d'opération des parcs éoliens québécois (2018)

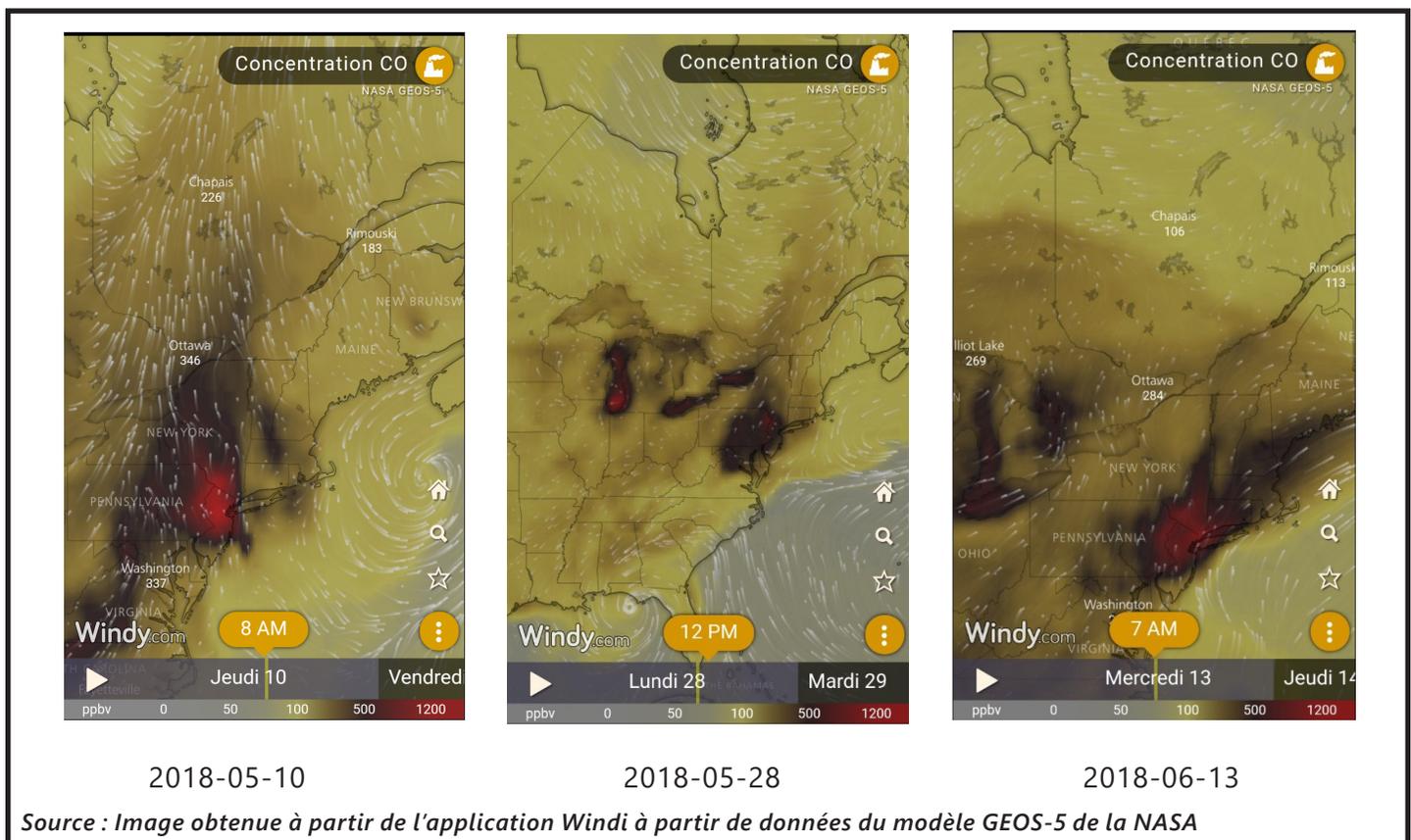
36 Estimation faite par l'AQPER à partir d'un capital de 4,2G\$, un taux d'intérêt moyen de 6%, des versements mensuels une période de 20 ans.

sud de la frontière. Cette approche cadre exactement avec la proposition de décarbonisation avancée développée par Jeffrey Sachs (deep decarbonization) et supportée par Hydro-Québec<sup>37</sup>. Dans un tel scénario, en plus d'aider à l'amélioration de la qualité de vie de nos voisins, le Québec profiterait non seulement de revenus supérieurs, mais également de dépenses de santé réduites grâce à une meilleure qualité de l'air. Pour l'année 2015, le coût de la pollution atmosphérique sur la santé des Canadiens a été estimé à 36 G\$ par le *International Institute for International Development*<sup>38</sup>.

L'encadré 4.C illustre l'impact de la pollution au sud de la frontière sur la population québécoise lorsque les vents soufflent du sud vers le nord.

### Encadré 4.C

#### Dispersion de la pollution atmosphérique issue du nord-est des États-Unis sur le territoire québécois



37 <http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2018/04/2018.04.05-Northeast-Deep-Decarbonization-Pathways-Study-Final.pdf>

38 <http://www.iisd.org/sites/default/files/publications/costs-of-pollution-in-canada.pdf>

### 4.3 Recommandations

1. Développer un « Plan économique d'utilisation de l'énergie électrique disponible » qui utilisera l'énergie actuellement disponible comme moteur du développement économique régional et provincial, de l'attraction de grands consommateurs et de la transition énergétique dans le secteur des transports électriques ;
2. Conformément à la politique énergétique 2030, mettre en place des appels d'offres à long terme afin d'acheter des blocs d'électricité de source éolienne dès que l'offre globale atteint le seuil de 102,5% de la demande québécoise ;
3. Instaurer une stratégie de rééquipement (pour la prolongation de la durée de vie) des parcs actuels arrivés au terme de leur contrat ;
4. Éliminer le plafond lié au taux de pénétration de 10% d'énergie éolienne sur le réseau électrique à l'instar de la plupart des juridictions européennes<sup>39</sup> afin de pleinement valoriser les attributs des grands réservoirs hydrauliques québécois comme source d'équilibrage ;
5. Abroger les dispositions de la loi 28 forçant le recours prioritaire à l'électricité post-patrimoniale puisque l'équilibre budgétaire est maintenant atteint ;
6. Demander à Hydro-Québec Distribution de procéder à des ventes par appels d'offres ouverts à tous de l'électricité excédentaire en y incluant les attributs environnementaux associés afin d'en maximiser la valeur. Cette façon de faire réduira la facture des consommateurs québécois ;
7. Développer un type de produits spécifiques (tarifs et conditions) permettant aux clients québécois d'obtenir une carboneutralité totale de leur électricité consommée. Une telle certification n'est actuellement pas possible compte tenu des importations ponctuelles des centrales thermiques situées dans les marchés limitrophes. Un produit 100% éolien-hydraulique par exemple ;
8. Autoriser l'alimentation des sites miniers par des réseaux isolés développés et opérés par des partenariats Premières Nations-développeurs privés là où les coûts de raccordement sont trop élevés ;

<sup>39</sup> <https://windeurope.org/wp-content/uploads/images/about-wind/infographics/WindEurope-Infographic-System-Integration.pdf>; <https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/67240.pdf>; <http://euanmearns.com/wind-power-denmark-and-the-island-of-denmark/>;



9. Favoriser des approvisionnements de type double RFP entre fournisseurs et clients pour des clientèles ciblées auxquelles Hydro-Québec ne serait disposée à fournir ;
10. Revoir les critères d'autoproduction relatifs à la dualité de la source et de la consommation, permettant la décentralisation des sources d'approvisionnement ;
11. Réaliser la décarbonisation totale du réseau électrique québécois d'ici 2023 ;
12. Doter le Québec d'un plan de soutien à l'exportation des composantes et des expertises de la filière éolienne québécoise ;
13. Déployer progressivement le recours à la technologie « power to gas », actuellement utilisée dans différentes juridictions européennes, afin de valoriser lors des période de pointe l'énergie produite en période de faible consommation.



## SOLAIRE: DES COÛTS À LA BAISSE, UNE POPULARITÉ GRANDISSANTE ET UN SAVOIR-FAIRE ÉTABLI

### 5.1 Enjeu

L'énergie solaire peut servir à de nombreux usages (production d'électricité, chauffage des bâtiments, chaleur industrielle, recharge des véhicules par canopées solaires, etc.) et devrait être considérée dans l'éventail des solutions permettant l'atteinte des objectifs et des cibles du gouvernement. Le solaire est à présent une technologie mature dont les coûts ne cessent de diminuer. Le National Renewable Energy Laboratory (NREL) prévoit que d'ici 2030, le coût de production de l'électricité solaire pourrait atteindre 5¢/kWh<sup>40</sup>. Le Québec bénéficie d'un ensoleillement comparable et même supérieur à un bon nombre de villes européennes et aux villes du nord des États-Unis.

Selon l'agence Bloomberg, le coût de la technologie solaire s'est réduit annuellement de 24% depuis 1976<sup>41</sup> et une baisse cumulative d'environ 80% a été constatée depuis 2010, voir figure 5.1. Une observation qui est conforme aux données compilées par IRENA (*International Renewable Energy Agency*), soit une réduction de 75 à 80% du prix des panneaux solaires de 2010 à 2015.

Les systèmes solaires peuvent prendre différentes configurations. Il y a notamment le parc de production de taille commerciale (allant jusqu'à plus de 300 MW) et dont la production est destinée à une entreprise de distribution d'électricité. Les systèmes peuvent également être installés sur le toit de grande industrie ou de bâtiment administratif afin de satisfaire les besoins d'autoconsommation. Il y a finalement les projets résidentiels ou communautaires destinés à répondre à la consommation d'un ou de quelques consommateurs. Bien que de configurations différentes, ces installations ont une chose en commun : elles peuvent être mises en oeuvre rapidement, et ce, tant dans des sites et des communautés isolés, qu'au cœur des centres de consommation. C'est pourquoi l'AQPER est d'avis que le Québec pourra compter sur de l'électricité produite grâce au Soleil d'ici la fin de la prochaine politique énergétique. Hydro-Québec n'est pas en reste, puisque son PDG, M. Éric Martel, a indiqué que la société d'État étudiait la possibilité de construction d'une initiative solaire totalisant 100 MW en 2020-2021<sup>42</sup>.

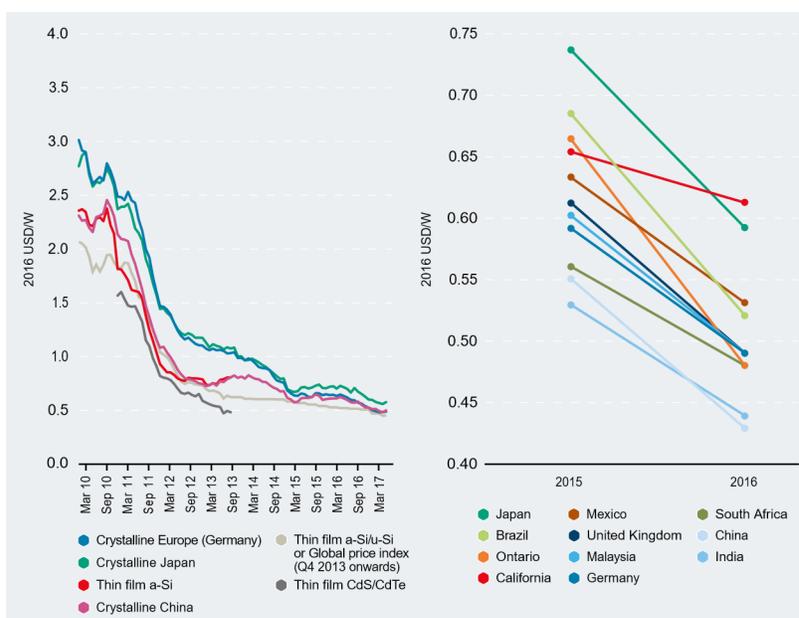
40 <https://www.nrel.gov/docs/fy18osti/70748.pdf>

41 BLOOMBERG, Bloomberg New Energy Finance Summit Keynote, 2015, [https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/4/2015/04/BNEF\\_2014-04-08-ML-Summit-Keynote\\_Final.pdf](https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/4/2015/04/BNEF_2014-04-08-ML-Summit-Keynote_Final.pdf) 13 INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, Features Dashboard — Cost, Solar PV Costs 2010-2015,

42 <http://www.assnat.qc.ca/fr/video-audio/archives-parlementaires/travaux-commissions/AudioVideo-72313.html>

Au niveau mondial, la filière solaire a créé le tiers des 10 millions d'emplois reliés aux énergies renouvelables<sup>43</sup>. Plus près de nous aux États-Unis, les emplois dans l'industrie solaire en 2016 ont augmenté près de 17 fois plus rapidement que le taux de l'économie globale<sup>44</sup>.

Figure 5.1- Évolution des prix des panneaux photovoltaïques en US\$/W entre 2010 et 2017



## 5.2 Contexte

Au Québec, les initiatives prises jusqu'ici dans le solaire portent essentiellement au niveau thermique et par un projet pilote d'Hydro-Québec en autoproduction. Par ailleurs, 108 systèmes, comprenant la bibliothèque de Varennes, d'une puissance de 862 kW, sont raccordés au réseau d'Hydro-Québec. L'Institut interdisciplinaire d'innovation technologique (3IT) de l'Université de Sherbrooke et son partenaire Hydro-Sherbrooke, mettront prochainement en service un parc solaire de 1 MW, soit la consommation moyenne d'environ 75 ménages<sup>45</sup>.

L'entreprise Rackam a installé 4 systèmes au Québec. L'installation sur toiture au Pavillon Alouette de l'Université du Québec à Chicoutimi (à Sept-Îles) permet au bâtiment d'être climatisé et chauffé toute l'année avec l'énergie solaire et géothermique. Le parc solaire Alain Lemaire de Cascades (Kingsey Falls) a été en 2014 la première installation de capteurs à concentration solaire paraboliques qui permettent de récupérer 60% de l'énergie thermique du soleil. La centrale solaire de la Laiterie Chagnon (Waterloo) d'une puissance de 80 kW produit annuellement 108 000 kWh. Enfin, chez CanmetEnergie (Varennes), une centrale

43 <http://us2.campaign-archive1.com/?u=14af3f96b3d5df9564694d168&id=45fb628b83>

44 <https://www.climaterealityproject.org/blog/solar-industry-creating-jobs-nearly-17-times-faster-rest-us-economy>

45 <https://sherbrooke-innopole.com/fr/nouvelles/parc-solaire-innovation-acelp-travaux-debuteront-cet-automne/>



*Pavillon Alouette à Sept-Îles, © Rackam*

solaire a été couplée à un système d'éjecto-compression pour produire de la chaleur et du froid<sup>46</sup>. Par ailleurs, une cinquième installation est en développement dans un marché prometteur au Québec: le séchage de boue municipale. En effet, l'entreprise tente de répéter une expérience positive réalisée aux États-Unis qui consiste à sécher les boues municipales pour permettre sa valorisation sous forme de fertilisant ou alors de combustible.

Du côté manufacturier, le fournisseur d'équipements électriques québécois Saint-Augustin Canada Electric (STACE) a annoncé en février 2017 un investissement de 28 millions de dollars pour implanter à Trois-Rivières une usine de fabrication de panneaux solaires photovoltaïques à concentration de technologie unique à haute performance<sup>47</sup>.

**Quant aux développeurs québécois, ils sont à l'oeuvre à l'étranger :**

- Ainsi, la compagnie montréalaise de production d'énergie renouvelable **Borex** a mis en service en France un second site d'énergie solaire d'une puissance installée de 10 MW, situé dans les Alpes-de-Haute-Provence<sup>48</sup> ;
- **Innergex** exploite quant à elle le parc solaire de Stardale, dans le Canton de Hawkesbury Est, dont la capacité maximale installée est de 33,2 MW<sup>49</sup>, de même que le parc de Kokomo (Indiana) d'une capacité maximale installée de 7 MW<sup>50</sup> et le parc de Spartan, situé à l'Université d'État du Michigan, avec une capacité maximale installée de 13.5 MW<sup>51</sup>, en plus du projet Phoebe (Texas), actuellement en construction, de 315 MW ;
- Le projet solaire nommé Seville, situé en Californie d'une puissance installée de 50 MW, a marqué la première incursion de **Kruger Énergie**

46 <https://rackam.com/fr/studies/>

47 <http://www.lapresse.ca/le-nouvelliste/affaires/201702/01/01-5065399-une-nouvelle-usine-de-28-millions-a-trois-rivieres.php>

48 <http://fr.canoe.ca/argent/actualites/archives/2015/10/20151002-163615.html>

49 <http://www.innergex.com/site/stardale/>

50 <http://www.innergex.com/en/site/kokomo/>

51 <http://www.innergex.com/en/site/spartan/>

dans la filière solaire. Kruger Énergie a assuré le développement du projet, la gestion de sa construction et l'a mis en service avec succès en décembre 2015. Le projet solaire a depuis été vendu à un important fournisseur d'électricité américain. Fière de ce succès, Kruger Énergie développe présentement un important portfolio d'actifs solaires dans le sud-est des États-Unis de plus de 300 MW. Kruger Énergie a ainsi soumis trois projets solaires (d'une puissance installée de 180 MW) dans le dernier processus d'approvisionnement lancé par Georgia Power, en Géorgie. Kruger Énergie a également acquis tout récemment un actif solaire sur toit en Caroline du Nord et évalue présentement diverses opportunités au Canada et aux États-Unis<sup>52</sup> ;

- Avec le rachat de la compagnie TerraForm Power<sup>53</sup> et de TerraForm Global, **Énergie Brookfield** possède un portefeuille solaire de plus de 1 100 MW répartis sur quatre continents ;
- Quant à **Énergir**, l'acquisition de la compagnie Standard Solar<sup>54</sup> lui amène une expérience en développement et en opération de parcs solaires commerciaux, industriels et institutionnels sur toit et au sol. En date d'aujourd'hui, l'entreprise gère plus de 100 MW de projets, possède près de 30 MW en exploitation et finalise le développement de plus de 100 MW. Par ailleurs, Énergir, via une autre filiale américaine située au Vermont, possède déjà une expérience dans l'opération de parcs solaires en sol américain.

**Et finalement, au chapitre de la recherche et développement, le Québec bénéficie de chaires de recherche sur les bâtiments solaires pour développer une expertise de pointe dont, entre autres :**

- Le Centre de recherche de **CanmetÉNERGIE**, à Varennes, qui compte environ 110 scientifiques, ingénieurs, technologues, gestionnaires et employés de soutien<sup>55</sup> ;
- L'**Université de Concordia** qui fait partie du Réseau de recherche du CRSNG sur les bâtiments solaires et dont le Laboratoire de simulation solaire a acquis une réputation internationale<sup>56</sup> ;
- L'**Université de Sherbrooke** qui a un grand programme de recherche autour de l'énergie solaire, avec de multiples partenaires au Québec et à l'étranger. Les activités couvrent principalement l'énergie solaire concentrée (thermique et photovoltaïque). De plus, l'université a récemment reçu un financement pour le déploiement de deux parcs de production d'énergie solaire, combinant la production de chaleur et d'électricité<sup>57</sup> ;
- Nergica, connu jusqu'à tout récemment sous le nom de TechnoCentre

52 <http://energy.kruger.com/fr/solaire/>

53 <http://www.terraformpower.com/phoenix.zhtml?c=253464&p=irol-projects>

54 <https://standardsolar.com/>

55 <http://www.rncan.gc.ca/energie/bureaux-labos/canmet/varennes/5762>

56 <https://www.concordia.ca/encs/bcee/research/centres/solar-buildings-research-network.html>

57 <http://www.lapresse.ca/la-tribune/actualites/201708/25/01-5127732-un-parc-solaire-unique-au-quebec.php>

58 <https://www.radiogaspesie.ca/nouvelles/actualite/solaire-future-expertise-cegep/>



éolien, possède et opère une centrale solaire de 16 kW sur son site de recherche<sup>58</sup>. L'expertise de Nergica porte sur l'optimisation de la performance des centrales solaires photovoltaïques, que ce soit pour l'évaluation du potentiel solaire, au déploiement des projets, en passant par l'exploitation et les choix technologiques.

Bien que cette forme de production énergétique ne soit pas encore grandement déployée, cette technologie est maîtrisée par des entreprises québécoises avant-gardistes tant dans le secteur du génie-conseil, de la construction et de l'installation, dans la conception de solutions adaptées aux sites isolés, à la recharge de véhicules électriques hors réseau ou encore à la recherche universitaire et technique. Les entreprises québécoises opèrent et développent également pour plus de 2 000 MW de production solaires photovoltaïques hors Québec. Cette technologie est donc maîtrisée.

### 5.3 Spirale de la mort ou mutation des pratiques d'affaires?

Ces derniers mois ont donné lieu à certaines sorties publiques sur l'impact destructeur que pourrait avoir le solaire photovoltaïque sur la création de valeur des compagnies de production et de distribution d'électricité<sup>59</sup>. Ce concept, développé en 2013 par un analyste du Edison Electric Institute<sup>60</sup>, se résume comme suit : l'installation de sources d'autoproduction réduit partiellement les ventes tout en conservant les mêmes coûts. Il en résulte une hausse des tarifs qui à son tour pousse plus de consommateurs à autoproduire et ainsi de suite jusqu'à l'implosion du modèle. Pour étayer son argument, l'auteur cite en exemple l'impact de la déréglementation survenue dans le secteur de la téléphonie ou du transport aérien américain sur plusieurs entreprises

59 <http://www.journaldequebec.com/2018/01/09/hydro-pourrait-se-lancer-dans-les-maisons-intelligentes>

60 <http://roedel.faculty.asu.edu/PVGdocs/EEI-2013-report.pdf>

établies de longue date. Il en conclut que les intérêts des consommateurs et des actionnaires sont antagonistes et qu'une révision des règles et conditions tarifaires est requise.

Cet article est largement contesté et bon nombre de commentateurs parleront plutôt du mythe de la spirale que de sa réalité<sup>61</sup> et démontreront pourquoi l'avenir a donné tort à la prédiction<sup>62</sup>. William Pentland, dans un article publié dans Forbes, a notamment fait remarquer que le ratio cours-bénéfice des utilités publiques électriques a atteint un sommet historique de vingt ans en 2015 et que la moyenne sur cinq ans de leur ratio de distribution (payout ratio) était de



69%, soit le double du S&P 1500.

Avec un réseau électrique basé sur de la grande hydraulique avec réservoir, le Québec est un des endroits où l'accumulation d'énergie intermittente peut se faire au moindre coût. Le système québécois est donc fort différent des réseaux thermiques ou nucléaires où les centrales doivent rester en production, quitte à vendre à des prix négatifs, afin d'être à pleine capacité aux heures de pointe. Toute comparaison ou conclusion tirée sur des marchés de ce type devraient être prises avec une certaine distance, car les réalités sont bien différentes. Il en découle une libération de MWh de consommation au Québec qui pourrait dès lors être disponible soit pour l'emmagasinage dans les réservoirs, soit pour l'exportation ou encore pour accélérer la transition énergétique. Le choc prétendu peut de fait devenir une opportunité et un avantage concurrentiel important tant pour Hydro-Québec que pour le Québec en général.

61 <https://www.forbes.com/sites/energyinnovation/2017/09/25/three-ways-electric-utilities-can-avoid-a-death-spiral/#1df071dd758d> ;

62 JOHNSON, E; et al. Peak shifting and cross-class subsidization: The impacts of solar PV on changes in electricity costs. Energy Policy. 106, 436-444, July 2017. ISSN: 03014215. ; <http://www.ecogeneration.com.au/the-day-the-death-spiral-died/> ; <https://www.forbes.com/sites/williampentland/2015/11/25/disruption-derailed-the-utility-death-spiral-myth/#7b1ad8b15d1f> ; [https://www.osisoft.com/uploadedFiles/Content\\_\(New\)/Home/RenewableEnergyWorld.pdf](https://www.osisoft.com/uploadedFiles/Content_(New)/Home/RenewableEnergyWorld.pdf) ; <http://www.afr.com/business/energy/electricity/electricity-networks-death-of-the-death-spiral-as-old-and-new-collaborate-20160522-gp0t6i>

À long terme, lorsqu'un million de consommateurs seront autoproducteurs, il pourrait y avoir intérêt à revoir les tarifs et conditions. Il serait aussi fort à propos de revoir certains modèles d'affaires également, tel que le suggèrent bon nombre d'experts et d'analystes. Ce million de consommateurs ne risque toutefois pas de se réaliser au Québec avant 2041, soit au moment où se terminera le contrat de Churchill Falls et ses 30 TWh à 0,25¢/kWh. L'ouverture à la filière solaire et à de nouveaux modèles d'affaires fait donc partie des solutions pour l'avenir énergétique du Québec.

## 5.4 Recommandations

1. Inclure l'énergie solaire dans la construction et la rénovation des bâtiments avec le développement d'un standard de construction « solar ready ». La présence du solaire thermique pourrait également être mise à contribution dans les sites industriels afin de réduire le recours aux combustibles fossiles ;
2. Poursuivre les programmes de support à l'installation de murs solaires permettant de faire le préchauffage de l'air. L'AQPER est également d'avis que l'alimentation électrique d'un bon nombre de chalets, pourvoiries, bâtiments de la Sépaq ou communautés éloignées gagnerait à intégrer le solaire (avec batteries ou en complémentarité avec d'autres sources de production) afin de réduire le recours aux génératrices ou à la construction de câbles de raccordement de plusieurs centaines de mètres, voire de kilomètres, pour un seul consommateur ;
3. Considérer le support aux projets de démonstration solaire pour les secteurs industriels et miniers afin de réduire leur consommation de combustibles fossiles et l'émission des GES associés. Compte tenu de l'ampleur de la demande mondiale pour les chaînes de froid, une attention devrait également être portée aux derniers stades de développement de la technologie de refroidissement/climatisation solaire. Un créneau porteur dans lequel le Québec pourrait se démarquer ;
4. Favoriser des approvisionnements de type double RFP entre fournisseurs et clients pour des clientèles ciblées auxquelles Hydro-Québec ne serait pas disposée à fournir ;
5. Revoir les critères d'autoproduction relatifs à la dualité de la source et de la consommation, permettant la décentralisation des sources d'approvisionnement ;
6. L'AQPER est d'avis qu'il serait moins cher pour le Québec que les projets d'énergie solaire raccordés au réseau d'Hydro-Québec (ex.: 100 MW) soient réalisés par un développeur québécois qui a déjà développé une expertise sur les marchés voisins puisque le savoir-faire est déjà développé. Nous encourageons le prochain gouvernement du Québec à procéder par appel d'offres pour se procurer de l'énergie solaire.

## BIOMASSE/BIOGAZ

# L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE: UN MOYEN DURABLE DE DÉVELOPPER L'ÉCONOMIE

### 6.1 Enjeu

La technologie nous permet maintenant de transformer efficacement nos résidus forestiers, agroalimentaires et urbains en électricité et en biocombustibles. En plus des retombées économiques, la transformation de la biomasse présente des avantages environnementaux et sociaux non négligeables.

Valoriser ces matières, c'est empêcher la contamination des sols et de la nappe phréatique. C'est également trouver un débouché pour des quantités impressionnantes de résidus de coupe ou de sciage, comme les écorces, les sciures, les branches et les houppiers. De plus, en les utilisant, on pourrait diminuer nos importations de mazout d'environ 1,6 milliard de litres, soit 20% de notre consommation annuelle. Cette substitution de produits importés par de l'énergie verte de chez nous améliorerait notre balance commerciale.

### 6.2 Contexte

Le territoire forestier québécois couvre une superficie de 700 000 km<sup>2</sup>, soit l'équivalent de la superficie de la Norvège et de la Suède. Par l'abondance de sa biomasse forestière résiduelle provenant de forêts certifiées, 13% des forêts certifiées de la planète étant au Québec<sup>63</sup>, l'AQPER est d'avis que le Québec pourrait tirer un immense avantage compétitif dans la mise en valeur de cette ressource renouvelable à l'instar de la Suède qui « *gère sa forêt avec un objectif en tête : production et création de richesse. La fibre sert à tout, même au chauffage et à la climatisation commerciale via l'utilisation de la biomasse*<sup>64</sup> ».

La biomasse forestière résiduelle est constituée de résidus de premières transformations, de volumes et d'essences non désirées ou de bois mal aimés, de diamètres commerciaux laissés sur le terrain, de même que celle provenant d'un programme de récupération des secteurs affectés par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, ou encore celle des essences non vendues.

---

63 Discours de Ronald BRIZARD, sous-ministre associé aux Forêts, 4e édition du Symposium forestier, La Tuque, 2-3 novembre 2017.

64 <http://www.lemondeforestier.ca/fiers-forestiers/>

Cet immense volume de résidus forestiers disponible peut être valorisé sous plusieurs formes :

- on peut, préférablement, en faire des plaquettes ou des granules (ce produit répond à la demande du secteur résidentiel) pour remplacer les produits pétroliers ou le propane utilisés en chauffage ou procédés dans les secteurs institutionnel, commercial et industriel ;
- on peut aussi l'utiliser pour produire de l'électricité et de la chaleur par cogénération ;
- avec les avancées menées en gazéification, la biomasse forestière peut également être convertie en gaz naturel renouvelable ou en biopétrole, biodiésel, biokérosène, biométhanol ou bioéthanol (*voir le chapitre 3 sur les biocarburants*).

C'est d'ailleurs l'avis des auteurs du *Plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétiques du Québec 2018-2023* déposé par Transition énergétique Québec (TEQ) : « *La valorisation de la biomasse favorisera la production d'énergie renouvelable dans les régions du Québec et sera à l'origine de l'émergence d'usines qui fabriqueront les bioénergies de l'avenir*<sup>65</sup>. »

### 6.3 Les avantages et retombées

À lui seul, un développement accru de la filière de la biomasse forestière redynamiserait des centaines de communautés durement frappées par la crise forestière en Abitibi-Témiscamingue, au Saguenay-Lac-Saint-Jean, sur la Côte-Nord, en Gaspésie, au Bas-Saint-Laurent et dans le Nord-du-Québec et les nombreuses municipalités forestières de la plupart des autres régions du Québec.

Elles bénéficieraient :

- d'une diversification de leur économie grâce à une nouvelle avenue de développement local et régional ;
- d'une consolidation de l'industrie forestière québécoise grâce à la valorisation de rejets ;
- de retombées économiques positives liées à la construction et à l'opération des centres de traitement ;
- d'une diminution des coûts de chauffage et d'une autonomie face aux fluctuations des prix des combustibles fossiles.

De plus, cette filière apporterait une contribution positive au problème de gestion de la pointe hivernale vécue par Hydro-Québec Distribution (HQD).

65 [http://www.transitionenergetique.gouv.qc.ca/plan-directeur/plan-directeur-2018-2023/#.WyJPshJKg\\_U](http://www.transitionenergetique.gouv.qc.ca/plan-directeur/plan-directeur-2018-2023/#.WyJPshJKg_U)

### 6.3.1 La biomasse, une alliée de la gestion de la pointe hivernale électrique

Sur ce dernier point, rappelons que l'hiver très froid de 2013-2014 a forcé Hydro-Québec Distribution à acheter pour une valeur de 380 M\$ d'électricité et de puissance afin de répondre à la demande<sup>66</sup>. La Régie de l'énergie est préoccupée par de telles dépenses imprévisibles qui affectent les consommateurs et cherche des solutions. Le tarif biénergie figure parmi les outils de gestion de la pointe hivernale émanant de la demande résidentielle.

Dans sa dernière décision tarifaire d'Hydro-Québec Distribution, la Régie de l'énergie écrit :

*« [679] La Régie considère que le parc biénergie constitue un outil important pour gérer les besoins de puissance à la pointe du Distributeur et qui doit être préservé. Afin d'aider à contrer l'érosion de la clientèle au tarif DT, et pour compenser l'effet de la hausse du seuil de la première tranche au tarif D, la Régie accueille favorablement la proposition de bonification proposée par le Distributeur.*

*[681] La Régie accepte la proposition du Distributeur de bonification des économies réalisées au tarif DT et lui demande de récupérer le manque à gagner auprès des autres clients domestiques.*

*[682] La Régie autorise également les ajustements suivants pour le tarif DT au 1er avril 2018 :*

- *gel de la redevance de 0,4064 \$/jour ;*
- *baisse uniforme des prix d'énergie de 2,5 % ;*
- *hausse de 0,81 \$/kW de la prime de puissance d'été<sup>67</sup> ».*

À l'heure actuelle, la clientèle abonnée au tarif DT a recours au mazout conventionnel pour répondre à ses besoins de chauffage (et d'eau chaude) ; l'utilisation de la biomasse est quasi inexistante. Pourtant, ce combustible permettrait de répondre aux impératifs de gestion de pointe d'HQD, aux préoccupations de la Régie cherchant à amoindrir la facture globale de ladite pointe, de même qu'aux cibles de réductions de GES du MDDELCC grâce à l'utilisation de la biomasse forestière dans des équipements certifiés et performants.

66 [http://publicsde.regie-energie.qc.ca/projets/282/DocPrj/R-3905-2014-B-0005-Demande-Piece-2014\\_08\\_01.pdf](http://publicsde.regie-energie.qc.ca/projets/282/DocPrj/R-3905-2014-B-0005-Demande-Piece-2014_08_01.pdf)

67 [http://publicsde.regie-energie.qc.ca/projets/414/DocPrj/R-4011-2017-A-0102-Dec-Dec-2018\\_03\\_07.pdf](http://publicsde.regie-energie.qc.ca/projets/414/DocPrj/R-4011-2017-A-0102-Dec-Dec-2018_03_07.pdf)

### 6.3.2 Des technologies performantes, économiques et propres

Le recours à la biomasse pour répondre aux besoins de chaleur peut également engendrer des retombées économiques locales et des réductions de coûts. La municipalité de Causapscal, au Bas-Saint-Laurent, « où le complexe culturel, l'église et quatre autres bâtiments sont chauffés à partir d'une chaufferie centrale à la biomasse. Outre les économies associées au remplacement du mazout, de l'ordre de 46 000\$ par année, le chauffage à la biomasse a permis d'enregistrer des réductions des émissions de GES de 230 tonnes annuellement dans la localité<sup>68</sup> ».

Les technologies de combustion de la biomasse, très performantes et éprouvées, combinées avec l'utilisation d'une biomasse de qualité et le recours à la technologie moderne de combustion des chaufferies à la biomasse entièrement automatisées, permettent aujourd'hui de limiter de manière considérable les émissions polluantes des systèmes de chauffage, et d'ainsi répondre aux normes les plus sévères. Par exemple, l'église de Saint-Germain-de-Grantham accueille depuis 2015 une chaudière de 100 kW aux granules de bois. Ce projet de remplacement du mazout permet annuellement la réduction de 55 tCO<sub>2</sub>, tout en atteignant d'excellentes performances en matière d'émissions atmosphériques (émissions de particules fines entre 12 et 26 mg/Nm<sup>3</sup> - la limite fixée par le RAA est de 137 mg/Nm<sup>3</sup> pour les chaudières de moins de 150 kW). De plus, des systèmes de certification environnementale et technique des granules sont également déjà existants. Ils permettent la traçabilité de la biomasse, de sa source jusqu'à son utilisation finale. Ainsi, des compagnies québécoises vendent déjà des granules de bois répondant aux standards environnementaux les plus élevés à l'échelle mondiale.

Des quantités importantes de biomasse forestière sont disponibles sous la forme de résidus conjoints de sciage et de résidus de construction, rénovation et démolition. À cet effet, le bulletin d'information de mai 2018 de l'Association des producteurs de copeaux du Québec (APCQ), qui regroupe des scieurs indépendants, remarque que quelque 150 000 tonnes anhydres de copeaux s'accumulent dans la cour de 5 scieries du Nord-du-Québec et de l'Abitibi, installations situées loin des centres de valorisation. La situation est encore plus préoccupante pour les écorces. À ces volumes, on peut également ajouter une quantité très importante de biomasse forestière dans les forêts du Québec (sous forme de résidus de coupe, résidus d'éclaircie, arbres non commerciaux ou de mauvaise qualité), sans nuire aux fonctions écologiques des forêts, et sans compétitionner le réseau industriel forestier en place (usines de sciage, pâte, panneaux).

68 [http://www.transitionenergetique.gouv.qc.ca/plan-directeur/plan-directeur-2018-2023/#.WyJPshJKg\\_U](http://www.transitionenergetique.gouv.qc.ca/plan-directeur/plan-directeur-2018-2023/#.WyJPshJKg_U)

Ainsi, l'enjeu ne se situe pas du côté de l'offre, mais plutôt de celui de la demande. Pourtant, des exemples québécois et internationaux démontrent que la mobilisation de la biomasse forestière peut être un outil essentiel dans une stratégie d'aménagement forestier (ex.: pour la restauration de forêts dégradées), permettant d'augmenter significativement son potentiel de séquestration des GES.

### 6.3.3 Un moteur économique sous-utilisé

Le Québec a donc à portée de main un potentiel énergétique considérable qui ne demande qu'à être mobilisé et valorisé. L'instauration de politiques structurantes, créant un marché local permettant des entrées de fonds régulières, peut changer les choses. Dans sa fiche de consultation sur la bioénergie, TEQ mentionne qu'un estimé conservateur du MFFP fixe à 59 PJ (pétajoules) de biomasse forestière résiduelle accessible à un seuil technico-économique. Cette énergie est équivalente à 9,6 millions de barils équivalents de pétrole!

Le secteur forestier au Québec supporte quelque 60 000 personnes au Québec dont plus de la moitié sont reliées aux opérations forestières et à la transformation du bois<sup>69</sup>. L'exploitation forestière et la transformation du bois génèrent un chiffre d'affaire de 8,3 G\$. Bien plus pourrait être généré avec une valorisation intégrée incluant la production énergétique et la chimie verte.

Dans sa note économique *Portrait des économies de la forêt*<sup>70</sup>, la Fédération québécoise des municipalités écrit :

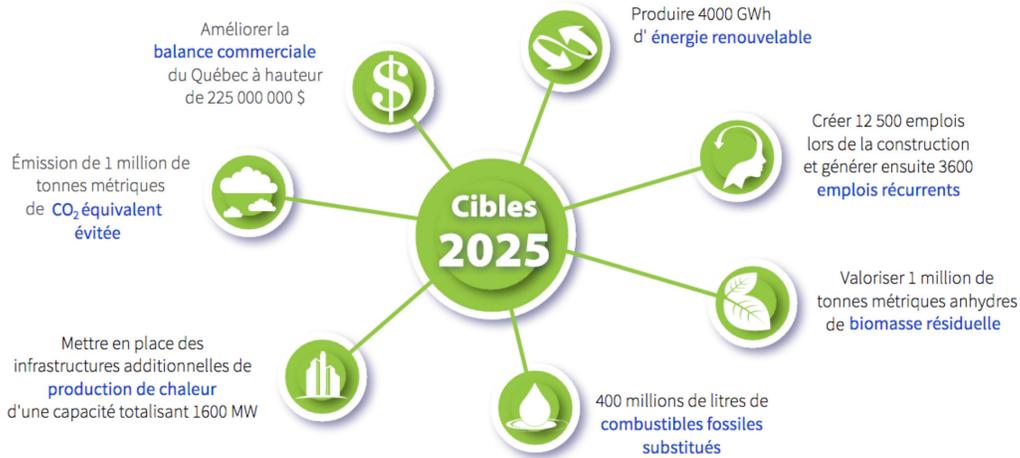
*« C'est le cas entre autres de la biomasse. Depuis 2010, la production de granules énergétiques provenant de la biomasse forestière est passée de 193 000 tonnes métriques anhydres (tma) à 294 000 tma. Bien qu'une étude ait été effectuée pour mesurer la contribution du secteur énergétique en 2012, il sera important de garder un œil sur sa croissance. Il est estimé que ce secteur pourrait, dans le futur, générer plus de 17 000 emplois et 1,5G\$ de retombées lors de la période d'investissement ».*

Plus récemment, le collectif Vision biomasse a mené une étude sur les retombées économiques, sociales et environnementales de la valorisation de 1 million de tonnes anhydres de biomasses forestières résiduelles, voir figure 6.1. Une telle valorisation améliorerait le solde de la balance commerciale de 225 M\$ tout en réduisant de 1 million de tonnes de CO<sub>2</sub> les émissions de GES du Québec.

69 Source CIFQ. Les 31 359 emplois directes et indirectes n'incluent pas ceux du secteur des pâtes et papiers. <http://www.cifq.com/fr/industrie/presentation-generale>

70 [https://www.fqm.ca/wp-content/uploads/2017/11/POL\\_forets\\_final-simple\\_WEB.pdf](https://www.fqm.ca/wp-content/uploads/2017/11/POL_forets_final-simple_WEB.pdf)

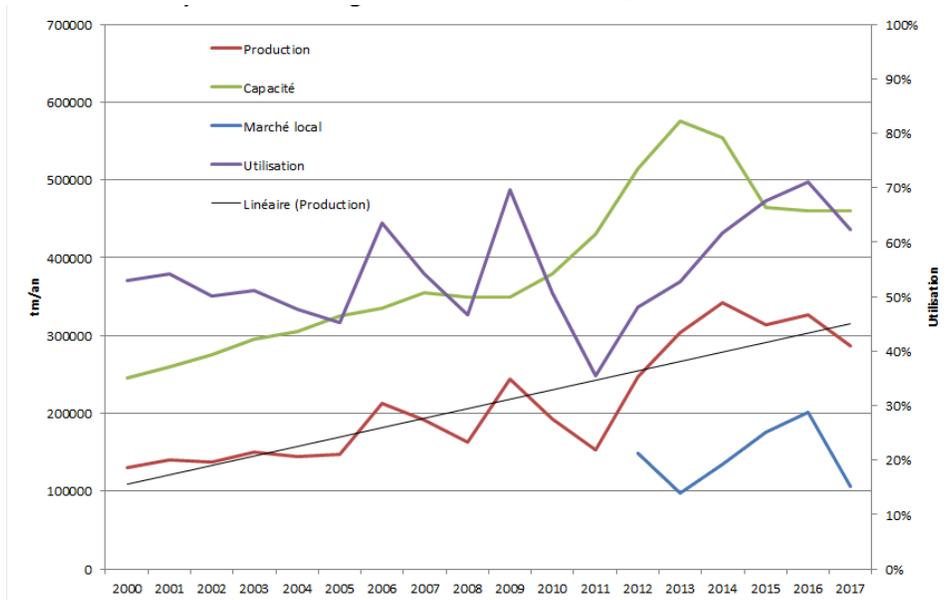
Figure 6.1- Retombées économiques liées à la valorisation de biomasse forestière résiduelle (7 cibles de développement pour 2025)



Source : Vision biomasse

Au niveau économique, la valorisation de la biomasse forestière résiduelle en combustible solide, sous forme de granules et de plaquettes, progresse significativement. Le Québec compte actuellement plus d'une douzaine de centres de transformation et de conditionnement de la biomasse forestière (production de plaquettes répondant aux spécifications des fabricants de chaudières) et 12 producteurs de granules et bûches et 90% de la production est faite par 7 joueurs<sup>71</sup>. Plus de 150 personnes sont employées dans ces usines et des investissements de quelque 100 M\$ ont été réalisés pour ce faire.

Figure 6.2- Production/Utilisation de granules au Québec

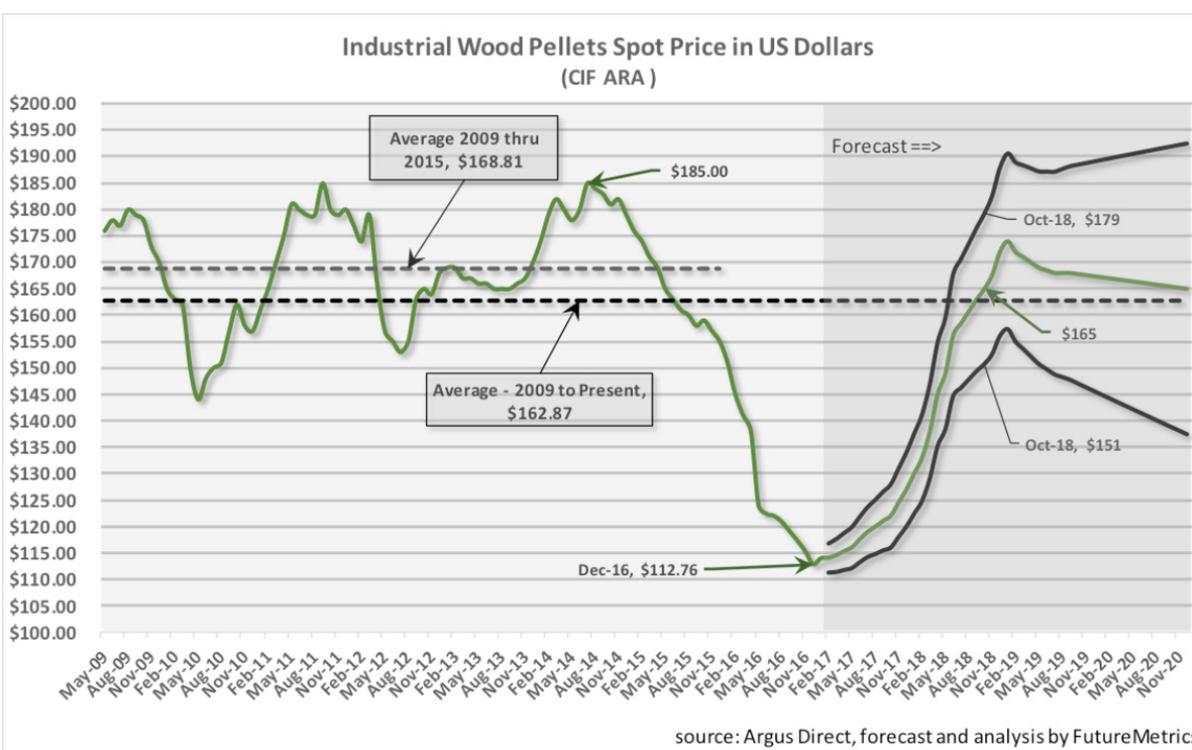


Source QWeb

71 <https://quebecwoodexport.com/produits/granules-de-bois/manufacturiers/>

Tel que l'illustre la figure 6.2, la production de granule de bois a pratiquement triplé depuis 2000 pour atteindre 300 000 tonnes métriques<sup>72</sup>. Compte tenu du marché domestique actuel, la production est massivement exportée sur les marchés internationaux, principalement en Nouvelle-Angleterre. Au prix de l'hiver 2017 (un hiver doux), ces ventes à l'exportation ont rapporté plus de 42M\$. Fortement corrélés au prix du baril de pétrole et du mazout, et en l'absence de taxe sur le carbone, les producteurs de granules obtiennent un prix leur permettant de générer une marge bénéficiaire lorsque le baril de pétrole est supérieur à 162,50\$US<sup>73</sup>.

Figure 6.3



Selon une analyse réalisée par l'Association canadienne des granules, le prix de 2017 ne sera que passager, compte tenu des initiatives de substitution du charbon par de la biomasse dans plusieurs pays d'Europe et d'Asie. Cette demande devrait ramener le prix à la moyenne observée depuis 2009, soit 162,87\$US/tonne, voir figure 6.3. Néanmoins, afin de conserver les liquidités requises pour leur fonctionnement et le financement de volumes significatifs destinés à l'exportation, et aux longs délais de paiement qui y sont associés, la production de granule ne prendra son véritable essor au Québec qu'à partir du moment où un marché local représentant environ 30% de la production pourra être obtenu et conservé sur le long terme. C'est pourquoi des politiques publiques supportant les programmes de conversion des systèmes

72 Source QWeb. Une production de 30 000 tonnes métriques de bûches faites en particules compressées doit également être ajouté au volume des granules. La température plus clémente de l'hiver 2016-2017 combiné à un prix du mazout plus bas a eu pour impact de réduire momentanément la demande.

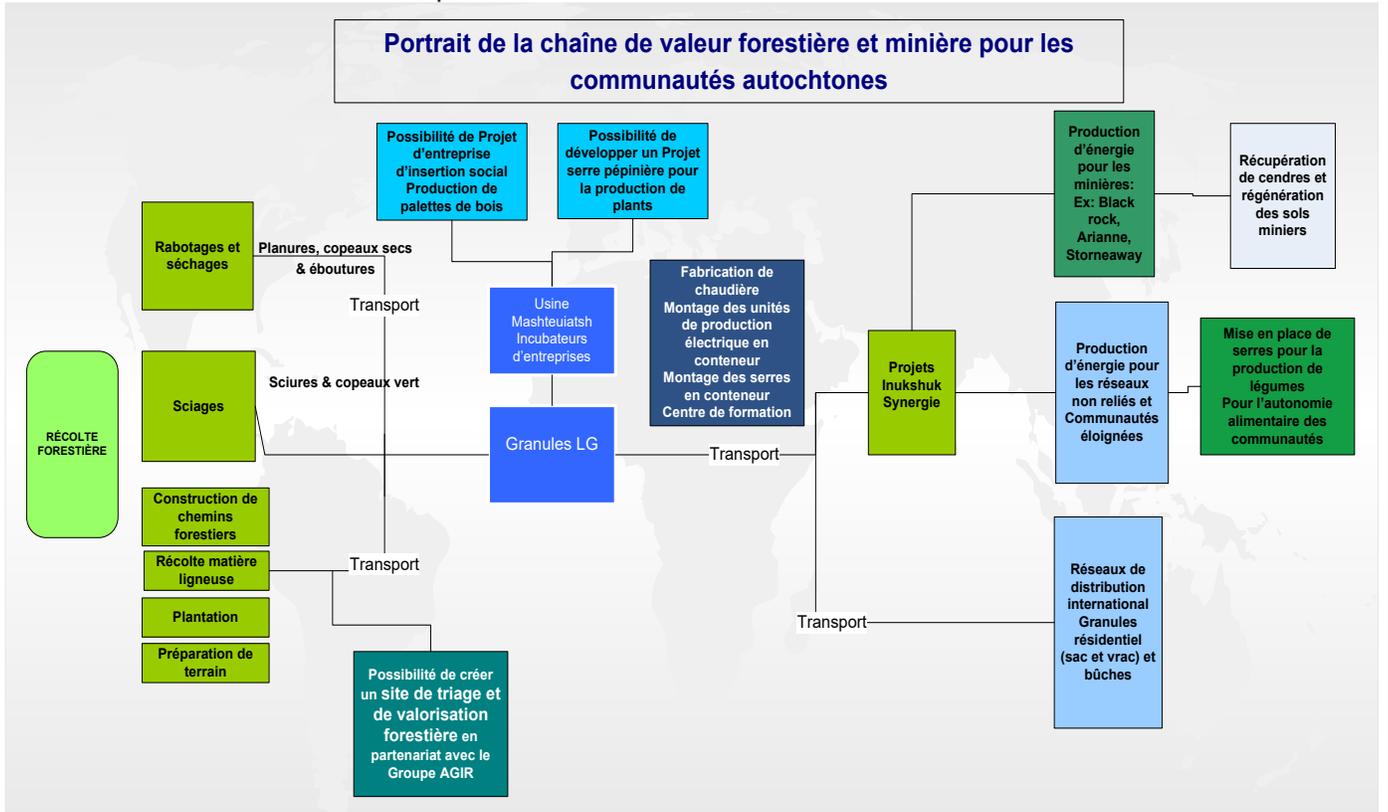
73 <https://www.pellet.org/wpac-news/global-pellet-market-outlook-in-2017>

de chauffage des édifices publics, des entreprises et des ménages, du mazout ou propane vers la biomasse (plaquettes ou granules) sont requises. Il va de soi qu'un accroissement de la demande stimulera une conversion de la logistique actuellement dédiée au transport du mazout vers celui des granules. Compte tenu des normes d'émissions à l'atmosphère excessivement faibles obtenues avec les nouveaux équipements, suite à des investissements en recherche et développement et à la collaboration avec des entreprises européennes, il n'y a plus de raison de ne pas aller de l'avant. Le Québec sortira gagnant d'une valorisation accrue de sa biomasse forestière résiduelle et de la création de multiples boucles d'économie circulaire.

**Encadré 6A- Exemple d'entreprise à l'oeuvre dans ce secteur: Granules LG**

Fondée en 1995 à St-Félicien, Granules LG est une entreprise qui se spécialise dans la densification du bois sous deux formes soit les granules de bois. Depuis 2012, elle est détenue à 100% par des intérêts autochtones. Avec une production annuelle d'environ 120 000 tonnes, Granules LG est devenu l'un des plus grands fournisseurs d'énergie résidentielle de granules de bois au Québec.

Son usine de fabrication qui fonctionne 24 heures par jour, 7 jours par semaine, fournit de l'emploi à 55 personnes dont 15 sont autochtones. Les emplois indirects dans la chaîne de valorisation forestière se chiffrent à 200 qu'il s'agisse de la consolidation d'emplois dans le secteur de la 1ère transformation ou du transport des matières premières et des produits finis. À noter que les opérations de Granules LG ont entraîné la création d'une entreprise de fabrication de palettes de bois pour répondre à ses besoins et 15 nouveaux emplois ont ainsi été créés.





Les emplois indirects reliés à la chaîne de valorisation énergétique au Sud et Nord du Québec se chiffrent à quelque 300 emplois qui se répartissent ainsi :

- Ventes et installation d'équipements ;
- Distribution ;
- Réparation et entretien d'équipements.

Les Énergies Tarquti, une co-entreprise de la Fédération des coopératives du Nouveau-Québec (FCNQ) et de la Société Makivik qui œuvre au Nunavik, évalue que 100 emplois sont actuellement reliés à l'utilisation du mazout. L'AQPER est d'avis qu'une conversion au chauffage par granules permettrait de conserver ce niveau d'emploi.

#### Utilisation de la biomasse forestière au Québec et impact sur la production d'énergie, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la création d'emplois

	Biomasse forestière	Production d'énergie	Émissions évitées de GES	Emplois créés <sup>(1)</sup>
	tma	gigajoules	tonnes	nombre
Panneaux d'agglomérés	58 559			75
Granules énergétiques	88 400			67
Chauffage industriel	230 000	3 220 000	314 409	100
Cogénération	170 000	2 210 000	215 790	68
Chauffage institutionnel et commercial	428 571	5 999 994	585 512	173
Éthanol cellulosique	484 167	3 307 924		371
<b>Total</b>	<b>1 459 697</b>	<b>14 737 918</b>	<b>1 115 711</b>	<b>854</b>
<i>Taux d'utilisation de la biomasse forestière</i>	<i>22,6 %</i>			

<sup>(1)</sup> Dont 681 emplois en forêt.

Le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles a évalué en 2008 que l'utilisation de la biomasse forestière sous ses diverses formes (chauffage, cogénération, production d'éthanol) permettraient de créer 854 emplois et éviter l'émission de plus 1 million de tonnes de GES.

#### 6.3.4 Gazéification de la biomasse

De nouvelles avenues rendent également possible la conversion de la biomasse forestière résiduelle ou des bois mal aimés en d'autres formes d'énergie renouvelable, la production de gaz naturel renouvelable (« syntetic natural gas ») en est un exemple<sup>74</sup>. Produite à l'aide de technologies thermochimiques connues de longue date, mais optimisée pour répondre aux normes strictes d'injection dans les gazoducs et pour en abaisser le coût de production, la gazéification permet entre autres de produire une énergie recherchée par le secteur industriel dans des endroits encore non desservis par un gazoduc ou pour lesquels le transport par route ou par barge est dispendieux. Cette production est connue et utilisée dans quelques pays à l'échelle commerciale.

Selon une étude menée par *Energy Research Centers* des Pays-Bas, la production de gaz naturel renouvelable par l'entremise de la biométhanisation est la première voie de transition à utiliser<sup>75</sup>. La gazéification de la biomasse forestière résiduelle en situation de surplus dans les régions forestières québécoises excentrées permettrait de valoriser ces actuels résidus et de les transformer en une autre forme d'énergie verte 100% interchangeable avec le gaz naturel conventionnel.

Pour les régions plus densément peuplées ou dotées d'une activité agricole significative, la production de gaz naturel renouvelable par la biométhanisation des résidus agroalimentaires, des rejets agricoles ou des déchets de table sont des façons de faire largement éprouvées de par le monde. Au Québec, la ville de Saint-Hyacinthe, celles de Rivière-du-Loup et de Varennes produisent du biométhane. Les villes de Sherbrooke, Longueuil, Montréal, Laval, Beauharnois, Farnham et Gatineau sont actuellement en processus de développement de projets municipaux.

En Colombie-Britannique, la compagnie FortisBC a, depuis 2011, développé un programme volontaire de transition/conversion au gaz naturel renouvelable pour ses clients, tant commerciaux que résidentiels<sup>76</sup>. En optant pour ce programme, les consommateurs ont le choix entre différentes concentrations variant de 5% à 100%<sup>77</sup> et les frais mensuels varieront selon la quantité d'énergie utilisée et la concentration de gaz naturel renouvelable souhaitée<sup>78</sup>.

74 La production de diesel synthétique ou d'huile pyrolytique sont également des avenues. Ces dernières sont couvertes dans le chapitre 3 sur les biocarburants

75 <https://www.ecn.nl/docs/library/report/2006/e06018.pdf>

76 <https://www.fortisbc.com/NaturalGas/RenewableNaturalGas/EasySignUp/Pages/default.aspx>

77 <https://www.fortisbc.com/NaturalGas/RenewableNaturalGas/Documents/RNGResidentialForm.pdf>

78 <https://www.fortisbc.com/NaturalGas/RenewableNaturalGas/AffordableOptions/Pages/default.aspx>

**Tableau 6.A Prime annuelle supplémentaire en fonction du contenu de GNR, pour différents consommateurs (programme de GNR de FortisBC)**

GNR (%)	Commercial (379 GJ/année)	Résidentiel		
		Maison unifamiliale (142 GJ/année)	Maison attenante (96 GJ/année)	Appartement (72 GJ/année)
5	122,04 \$	45,72 \$	30,91 \$	23,18 \$
10	244,08 \$	91,45 \$	61,82 \$	46,37 \$
25	610,19 \$	228,62 \$	154,56 \$	115,92 \$
50	1 220,38 \$	457,24 \$	309,12 \$	231,84 \$
100	2 440,76 \$	914,48 \$	618,24 \$	463,68 \$

**Tableau 6.B- Réduction de GES (1000 kg de CO<sub>2</sub>e)<sup>79</sup> en fonction du contenu de GNR, pour différents consommateurs (programme de GNR de FortisBC)**

GNR (%)	Commercial (379 GJ/année)	Résidentiel		
		Maison unifamiliale (142 GJ/année)	Maison attenante (96 GJ/année)	Appartement (72 GJ/année)
5	0,95	0,36	0,24	0,18
10	1,90	0,71	0,48	0,36
25	4,74	1,78	1,20	0,90
50	9,47	3,55	2,40	1,80
100	18,95	7,10	4,80	3,60

Pour répondre à cette demande, Fortis BC, sollicite également de nouveaux producteurs de biométhane auprès des municipalités et des producteurs agricoles de la province. Un guide à leur intention a d'ailleurs été développé<sup>80</sup>. Compte tenu du mouvement déjà entamé par les principales municipalités du Québec et de l'intérêt du secteur agroalimentaire et agricole, il est grand temps que le Québec ait une réglementation qui fixe une teneur minimale de gaz naturel dans le réseau de distribution. Cette dernière devrait permettre aux clients désireux de consommer ou de produire de façon plus responsable de pouvoir le faire grâce à une teneur en gaz naturel renouvelable répondant à leur désir. Cette façon de faire permettra également aux municipalités de planifier adéquatement la gestion et la valorisation des matières putrescibles ou des résidus forestiers sur leur territoire. Étant le premier gouvernement de proximité, les municipalités ont un rôle crucial à jouer dans la transition énergétique. Il est selon l'AQPER de la première importance de reconnaître ce rôle et de leur accorder les moyens pour y parvenir. Par sa capacité à créer des

<sup>79</sup> Équivalent à la réduction de GES associée aux déchets détournés des sites d'enfouissement.

<sup>80</sup> [https://www.fortisbc.com/NaturalGas/RenewableNaturalGas/JoinTheInnerCircle/MeetOurSuppliers/BecomeASupplier/Documents/17-189.19\\_RNG\\_Supplier\\_Guide\\_WEB.pdf](https://www.fortisbc.com/NaturalGas/RenewableNaturalGas/JoinTheInnerCircle/MeetOurSuppliers/BecomeASupplier/Documents/17-189.19_RNG_Supplier_Guide_WEB.pdf)

emplois locaux durables, grâce à la consommation locale de l'énergie produite, les énergies renouvelables ont le pouvoir de vitaliser l'ensemble des régions du Québec. Il est temps de passer à l'action.



Au Québec, les travaux de la Régie de l'énergie dans l'avis sur les mesures susceptibles d'améliorer les pratiques tarifaires dans le domaine de l'électricité et du gaz naturel- Perspective 2030, demandé par le ministre de l'Énergie et des Ressources naturelles, la Régie identifie les pistes de solutions suivantes<sup>81</sup>:

*[12] Confier à TEQ l'établissement d'un inventaire des projets de biogaz et de GNR réalisés et potentiels afin de mieux cerner les enjeux et les coûts reliés au développement de cette filière au Québec.*

*[13] Envisager, d'ici 2020, de fixer une cible volontaire de 60 millions de mètres cubes par an pour Gaz Métro, soit environ 1% des volumes de consommation annuels au Québec et prévoir une modulation progressive en fonction d'un suivi périodique du développement de la filière de production de GNR.*

*[14] Envisager la mise en place d'un TRG qui pourrait être supérieur aux coûts évités d'approvisionnement afin de stimuler le développement de la filière de production de GNR au Québec. Considérer, afin d'éviter des hausses tarifaires élevées pour les consommateurs de gaz naturel, que tout écart significatif entre ce TRG et les coûts évités fasse l'objet d'un soutien gouvernemental.*

*[15] Envisager qu'un tarif d'achat volontaire de GNR soit offert aux clients des distributeurs gaziers.*

81 <http://www.regie-energie.qc.ca/audiences/decisions/A-2017-01.pdf>

Suite à ces recommandations, Énergir est passée à l'action en déposant à la Régie de l'énergie le dossier R-4008-2017 demandant la mise en place de mesures relatives à l'achat et à la vente de gaz naturel renouvelable<sup>82</sup>. Avec une grille de prix adaptée aux coûts de production et aux économies d'échelle applicables, la grille de prix proposée par Énergir a le pouvoir de structurer une filière porteuse pour le Québec tant pour les producteurs que pour les utilisateurs. Rappelons que de nombreux utilisateurs, à l'instar de L'Oréal à son usine de Saint-Laurent, utilisent déjà le gaz naturel renouvelable pour réduire leurs émissions de GES et pour se positionner sur des marchés de niche<sup>83</sup>. De nombreuses autres veulent faire de même et les volumes pouvant être obtenus par les initiatives d'Énergir pourraient leur rendre la chose possible. Il s'agit donc d'un dossier important pour le positionnement stratégique de nombreuses compagnies québécoises.

## 6.4 Recommandations

L'AQPER est d'avis que les mesures suivantes permettraient de stimuler la dimension énergétique du secteur forestier québécois :

1. Mettre en place des mesures permettant de développer une demande locale soutenue pour la biomasse et les granules destinés au besoin de chaleur, notamment par des mesures ayant trait à l'exemplarité de l'État ;
2. Accélérer les programmes de financement de conversion énergétique à la biomasse avec une attention particulière pour les réseaux isolés ou les régions non reliées au réseau électrique continental ;
3. Travailler de concert avec la Société du Plan Nord et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) afin de permettre l'attribution de volumes garantis à long terme de biomasse forestière résiduelle dans le secteur énergétique ;
4. Reconnaître la récolte de la biomasse forestière résiduelle sur les parterres de coupe lors de la récolte comme étant une pratique sylvicole et lui accorder les crédits qui y sont associés ;
5. Mettre en place des mesures permettant de développer une demande locale soutenue pour la biomasse destinée au besoin de chaleur afin de permettre de générer les liquidités requises pour supporter les marges de crédit à l'exportation ;

82 [http://publicsde.regie-energie.qc.ca/\\_layouts/publicsite/ProjectPhaseDetail.aspx?ProjectID=411&phase=1&Provenance=B&generate=true](http://publicsde.regie-energie.qc.ca/_layouts/publicsite/ProjectPhaseDetail.aspx?ProjectID=411&phase=1&Provenance=B&generate=true)

83 [https://www.aqper.com/images/colloque2016/Presentation\\_Alexandre\\_Martin.pdf](https://www.aqper.com/images/colloque2016/Presentation_Alexandre_Martin.pdf)

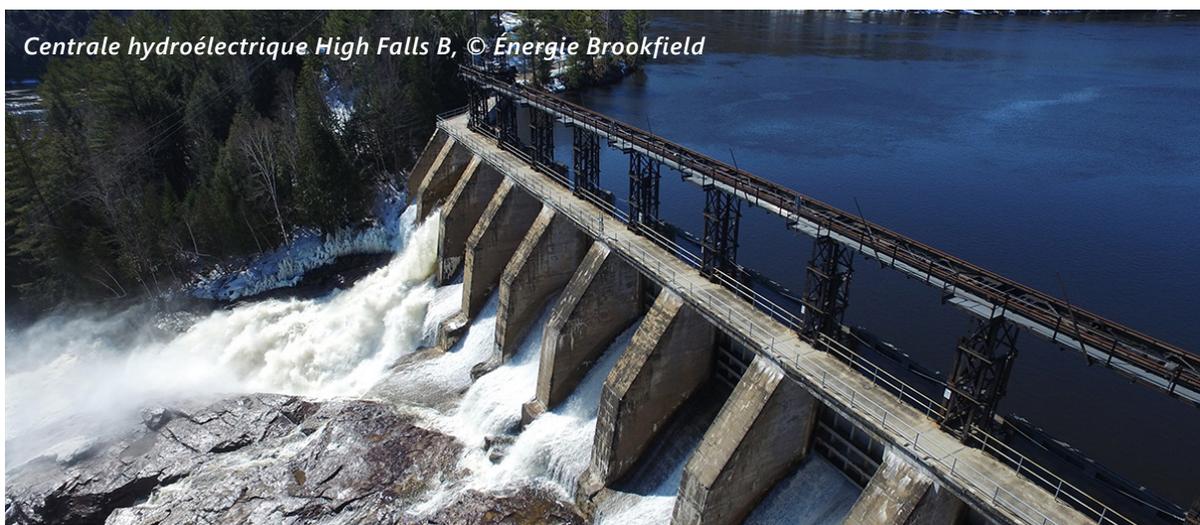
- 6.** Fixer une teneur minimale de 5% de gaz naturels renouvelables pour l'ensemble du méthane commercialisé. Une telle norme créerait un marché pour le gaz naturel renouvelable tout en envoyant un signal de prix (les projets les plus performants seraient les premiers à vendre leur production) ;
- 7.** Financer des projets de démonstration et de nouvelles technologies, de même que valoriser les émissions de méthane provenant de lieux d'enfouissement technique (LET) situés hors d'atteinte du réseau gazier ;
- 8.** Favoriser la conversion de certains véhicules municipaux, de livraison urbaine ou de transport de marchandises au gaz naturel renouvelable liquéfié (GNRL) ou comprimé (GNRC) ;
- 9.** Développer (avec ou sans les fonds fédéraux disponibles) un programme de financement pour des projets de biométhanisation en milieu agricole ;
- 10.** Permettre le traitement de résidus de l'industrie agroalimentaire par des biométhaniseurs agricoles (à la ferme) sans pour autant que ceux-ci soient considérés comme étant des volumes provenant de l'extérieur de la ferme ;
- 11.** Revoir les lignes directrices pour l'encadrement des activités de biométhanisation afin de faciliter l'approbation des projets agricoles ainsi que la définition de ceux-ci, le tout afin de diversifier les sources de revenus agricoles et de réduire les émissions de GES de ce secteur.

## PETITE HYDRAULIQUE: UNE FILIÈRE QUI A TOUJOURS SA PLACE

### 7.1 Contexte

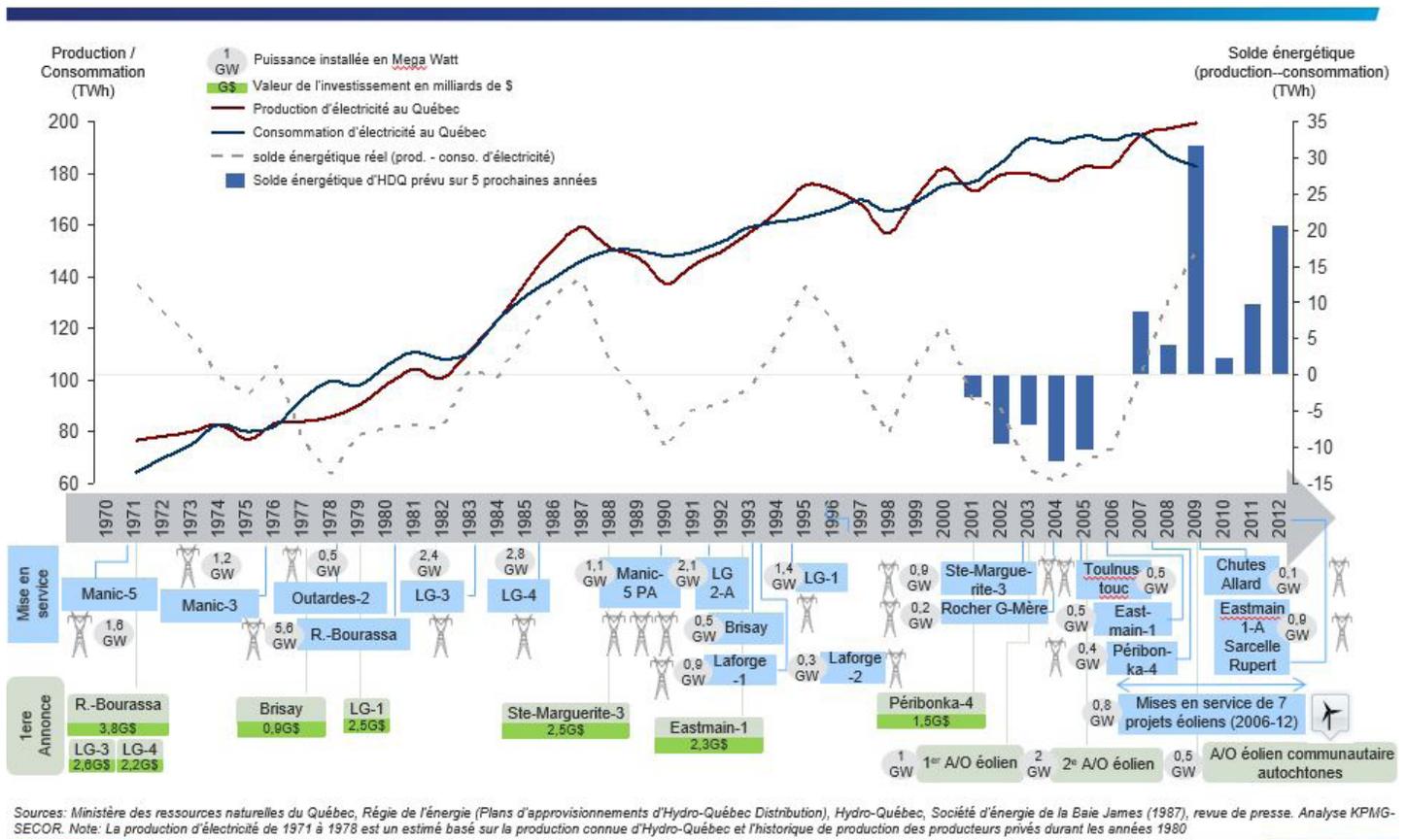
La production d'électricité à partir de la force hydraulique est présente au Québec depuis plus d'un siècle<sup>84</sup>. La construction des grands complexes est intimement liée à l'industrialisation et à l'amélioration de la qualité de vie des Québécois. Tour à tour, Beauharnois, Grand-Mère, l'Isle Maligne, la Manicouagan et à la Baie-James, ont rendus disponibles d'immense quantité de puissance (MW) et d'énergie (MWh) qui ont permis d'électrifier les campagnes, d'attirer ici de grandes industries tout en permettant une substitution dans les modes de chauffage résidentiel.

L'intégration de ces super centrales a répondu à une logique de long terme : concevoir, construire et mettre en service des ouvrages hydrauliques afin de répondre à une demande future qui serait au rendez-vous compte tenu de la croissance de la population. La figure 7.1 nous permet de constater que chaque mise en service s'est soldée par la création d'une marge significative d'énergie et de puissance disponible. Appelée « surplus » par certains, cette énergie disponible a parfois atteint des quantités beaucoup plus importantes à une époque où le déversement d'eau par les évacuateurs de crues était une pratique courante. Générée par Hydro-Québec, cette situation n'était jugée aucunement préjudiciable, bien au contraire, puisque cela procurait au Québec de l'énergie dite disponible pour son développement économique.



84 Voir Annexe 1: section 1.1.2 « De nouvelles énergies pour différents cycles de croissance occidentale ».

Figure 7.1- Parallèle entre les chantiers d'Hydro-Québec et le solde énergétique réel et prévu



En parallèle avec le développement de son expertise dans les grands ouvrages, le Québec a également mené de l'avant une stratégie qui a permis l'écllosion d'un savoir-faire dans les petites centrales au fil de l'eau. En 1978, en réaction à la crise pétrolière, le gouvernement de l'époque publie une stratégie énergétique intitulée : « Assurer l'avenir ». L'objectif principal poursuivi par le ministre délégué à l'énergie de l'époque est d'assurer l'autonomie énergétique du Québec. La mise en œuvre de cette stratégie énergétique visait, entre autres, à rendre disponible un plus grand nombre de sites hydrauliques pour de petits aménagements de production. Elle assurait également le développement d'un créneau industriel porteur de savoir-faire susceptible d'être exporté et de favoriser le développement économique des régions. Dans ce contexte, le gouvernement a confié à Hydro-Québec le mandat d'inventorier, d'évaluer et de développer les sites aménageables avec de petites centrales dont le potentiel a été évalué à 10 000 MW<sup>85</sup>.

85 Rapport de la Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés, gouvernement du Québec, mars 1997, p. 27.

Un premier rapport émanant de la société d'État arrivait à la conclusion que la production provenant d'ouvrages de petite puissance appartenant au secteur privé pourrait s'avérer avantageuse à plusieurs égards, pourvu que leur construction, leur gestion et leur entretien soient confiés à des tiers<sup>86</sup>.

Le gouvernement a adopté par la suite une série de mesures, dont la politique d'octroi des droits hydrauliques pour des aménagements de moins de 25 MW et celle rétrocédant au gouvernement du Québec les sites désaffectés d'Hydro-Québec. Ces deux éléments allaient ouvrir la voie à un appel de propositions visant la valorisation de sites de petite production hydraulique dont les retombées économiques régionales constituent aux yeux du gouvernement du Québec un atout majeur<sup>87</sup>.

En avril 1991, la société d'État lance un appel de propositions auprès des promoteurs privés. Elle vise la production de 760 MW. Cet appel de propositions vise à valoriser l'ensemble des énergies renouvelables et n'est pas limité à la seule filière hydraulique.

C'est le début d'une période de diversification des sources d'approvisionnement d'Hydro-Québec. Après le succès du premier appel de propositions en 1991, Hydro-Québec procède à deux autres appels de proposition en 1992 et en 1993. Au terme du processus de ces trois appels de propositions, 16 contrats sont alors accordés à différents producteurs pour une durée variant de 20 à 25 ans sur des sites du domaine public; dans le cadre plus large du Programme des petites centrales, plus de 40 projets supplémentaires sont accordés sur des sites privés et semi-privés. Cette ouverture n'a cependant pas eu d'impact significatif sur le rôle confié à Hydro-Québec, car la société d'État possède ou contrôle plus de 92% de la puissance installée alimentant le Québec en 2015. La production indépendante, municipale ou privée n'a qu'un rôle très marginal avec 1% de cette puissance.

## 7.2 Enjeu : Une filière en adéquation avec le développement durable

Le rôle très limité des petites centrales dans l'approvisionnement québécois a néanmoins eu un impact économique important. Depuis 1991, elles ont favorisé le développement économique des régions tout en générant une expertise en production décentralisée d'électricité dans les régions éloignées ou à proximité des habitations. La petite production hydraulique répond aux critères et aux objectifs du développement durable. En matière économique, elle crée de nombreux emplois en phase de construction et génère des retombées locales importantes et permet une adéquation plus facile entre l'offre et la demande d'énergie ou de puissance compte tenu de leur taille plus réduite. La dimension

86 Rapport du Groupe de travail d'Hydro-Québec concernant la construction et l'exploitation de petites centrales hydroélectriques par des tiers, Tome 1, 1984, p.48.

87 Loi modifiant la Loi sur le régime des eaux (1988); politique concernant l'octroi et l'exploitation des forces hydrauliques du domaine public pour les centrales hydroélectriques de 25 MW et moins (1990)

sociale n'est pas en reste puisque la mise en production des centrales permet aux municipalités de toucher des contributions volontaires annuelles et, dans plusieurs cas, de bénéficier de sites récréotouristiques créés à proximité des ouvrages. Quant à l'environnement, la production d'une énergie n'émettant pratiquement aucun GES s'avère un avantage énergétique indéniable. Tout comme Hydro-Québec, les producteurs privés souhaitent pouvoir investir dans l'économie québécoise. Ils sont en mesure de réaliser des projets hydroélectriques structurants pour les régions dans un contexte de développement durable tout en répondant aux besoins actuels et futurs des Québécois.

### 7.3 Des retombées économiques majeures

Typiquement, les projets de petites centrales hydrauliques permettent d'atteindre des régions dans lesquelles les grands projets d'Hydro-Québec ne sont pas implantés (Chaudière-Appalaches, Lanaudière, Basse-Côte-Nord, territoire du Plan Nord). Afin de rendre compte des avantages sociaux de la filière, nous prendrons l'exemple d'une petite centrale hydraulique de 10 MW. Selon une étude réalisée par la firme SECOR pour l'AQPER, l'investissement requis pour le développement d'une petite centrale de 10 MW est actuellement compris entre 25 et 35 millions\$. De cette somme, entre 18 et 25 millions serviront à couvrir les charges liées à la construction, dont une grande majorité sera destinée à des dépenses locales en fournitures et en main d'œuvre.

Construire une centrale de 10 MW génère une vingtaine d'emplois locaux directs et autant d'emplois indirects pour une période d'environ 24 mois. Lors des activités de développement, les études d'impact et de faisabilité technique mobilisent nombre de consultants et d'intervenants locaux. Lors de la mise en service, un ou deux opérateurs locaux sont employés à plein temps et des sous-traitants sont régulièrement mobilisés pour les travaux d'entretien et de réparation. Annuellement, ce type d'ouvrage occasionne plus de 500 000\$ de dépenses locales d'exploitation. Ce chiffre est par la suite appelé à croître avec le vieillissement de l'installation. Une expertise québécoise s'est d'ailleurs développée en réponse à ce besoin d'entretien et de maintien aux normes des centrales. Ce savoir-faire est aujourd'hui exporté internationalement. À titre d'exemple, l'entreprise HMI Construction Inc est aujourd'hui présente sur l'ensemble du territoire canadien de même qu'en Amérique latine. Du côté des producteurs, Brookfield énergie renouvelable, de Gatineau, possède à présent plus de 7 000 MW de capacité de production sur quatorze marchés de vente d'électricité répartie sur trois continents.

### 7.3.1 Des revenus supplémentaires au gouvernement et aux collectivités

En plus des revenus indirects générés par les activités économiques autour de la centrale, chaque centrale est assujettie à des taxes et à des redevances gouvernementales telles que :

- Des redevances annuelles au gouvernement du Québec pour les forces hydrauliques: une redevance statutaire de 3,07\$/MWh ainsi qu'une redevance contractuelle de 0,722\$/MWh, soit 197 000\$ par année... ;
- Une taxe sur les services publics au Québec: 0,2% de la valeur nette comptable des actifs, soit environ 40 000\$ par année. Cette taxe est majorée à 0,55% lorsque l'ensemble des actifs de l'entreprise dépasse 750 millions\$ ;
- Des impôts sur le revenu.

L'AQPER a également clairement établi, à la suite d'une enquête menée auprès de ses membres, que 50% des retombées économiques provenant de la construction de minicentrales ont été produites dans la région d'implantation des projets<sup>88</sup>. Les municipalités et le gouvernement ont également bénéficié de retombées à la suite de leurs mises en service. Chaque centrale a permis la création de 3,3 emplois permanents, soit 182 emplois pour l'ensemble du programme. Des recettes gouvernementales équivalentes à 18,1 % de leurs revenus bruts doivent également être prises en considération dans l'évaluation des impacts globaux.

En terminant, mentionnons que pour chaque 100 MW de puissance installée en petite hydraulique, c'est plus de 200 millions \$ qui sont investis dans l'économie, 2000 emplois-années qui sont créés pour la phase de la construction, 1000 pour la phase d'exploitation<sup>89</sup>.



*Centrale hydroélectrique Chaudière, © Innergex*

88 Étude Sécor-KPMG 2013

89 Idem

Somme toute, la filière de la petite hydraulique permet l'ajout de puissance et d'énergie en des endroits sur le réseau où des contraintes d'exploitation sont encore présentes. Par des ajouts marginaux, comparativement aux mégaouvrages, les petites centrales ne déstructurent pas l'équilibre offre-demande tout en offrant des avantages économiques majeurs aux régions d'implantation.

### 7.3.2 Opportunité de développement

Les petites centrales hydrauliques pourraient jouer un rôle stratégique dans la crise financière que vit actuellement le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ). Relevant du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques, le CEHQ doit assurer la conformité à la Loi sur la sécurité des barrages des quelques 6 000 ouvrages que compte le Québec<sup>90</sup>. De ce nombre, pas moins de 760 sont la propriété et la responsabilité du gouvernement du Québec. Ils engendrent des dépenses d'exploitation et d'inspection sans pour autant générer de revenus. C'est pourquoi l'AQPER suggère de rendre disponibles ces sites orphelins (sous gestion du CEHQ) pour des développements hydrauliques de petite envergure. Ce faisant, le CEHQ obtiendrait des revenus de location pour ses sites en lieu et place des charges qu'il supporte actuellement<sup>91</sup>. Le gouvernement, quant à lui, engrangerait des redevances sur les forces hydrauliques ainsi que des taxes et impôts payés auprès des promoteurs et travailleurs.

Somme toute, la filière hydraulique a permis au Québec et à ses entreprises de se démarquer sur la scène mondiale, de contribuer à une première vague de substitution énergétique pour le mieux-être des Québécois. De belles occasions sont encore disponibles tant sur le marché local que sur ceux avoisinants. Il revient au MERN de libérer ce potentiel.

## 7.4 Recommandations

1. Maintenir un environnement d'affaires stable et prévisible pour les propriétaires de centrales; un cadre leur permettant de rencontrer les nouvelles charges imposées par la nouvelle LQE ainsi que par les mises à jour de la Loi sur la sécurité des barrages;
2. Rendre disponibles les ouvrages orphelins, gérés par le CEHQ, au développement hydroélectrique de petite envergure;
3. Demander à Hydro-Québec de procéder à un appel d'offres toute filière renouvelable confondue afin de combler les nouveaux besoins d'Énergie et de puissance, notamment en lien avec les chaînes de blocs ou autre développement économique.

90 <http://www.cehq.gouv.qc.ca/barrages/plan-action/fiche-info-gestion.pdf>

91 Ces sites étant déjà aménagés, il n'y aurait que peu d'impact sur l'environnement.

ANNEXE 1

## L'IMPORTANCE DE PASSER À L'ACTION

Suite à ses engagements pris lors de la Conférence de Kyoto, réitérés et approfondis lors de la Conférence de Paris<sup>92</sup>, le Québec s'est fixé des objectifs ambitieux en matière de lutte au réchauffement climatique. D'ici 2030, une cible gouvernementale de réduction de 37,5% des émissions de gaz à effet de serre (GES) sous le niveau de 1990. Tel que l'a qualifié le ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques de l'époque :

*« La cible que nous annonçons aujourd'hui est cohérente avec l'urgence d'agir et avec notre volonté de développer le Québec de façon durable et responsable. Elle fait aussi écho aux commentaires constructifs des différents groupes et des personnes qui ont pris part aux consultations publiques lors desquelles la nécessité d'une action rapide et concertée a fait consensus. Nous savons que le coût de l'inaction dépassera largement les investissements qui seront nécessaires pour réduire les émissions de GES et pour s'adapter aux conséquences des changements climatiques [...]. »<sup>93</sup>*

Le ministre précise également le lien entre environnement et économie de la façon suivante :

*« Le Québec entend demeurer un chef de file en matière de lutte contre les changements climatiques. En plus de contribuer à l'effort mondial, une cible ambitieuse pour 2030 permettrait d'améliorer la santé, la sécurité et la qualité de vie des Québécois, de même que le développement durable de notre économie. »<sup>94</sup>*

Transformer le modèle économique actuel afin d'en réduire significativement l'intensité carbonique n'est pas chose facile ou gratuite. Il y aura des gagnants et des perdants. C'est pourquoi l'AQPER est d'avis que la notion de coût d'opportunité doit être privilégiée dans l'analyse d'une problématique aussi complexe. Ainsi, la question n'est plus tant de savoir combien vont coûter les actions entreprises afin d'infléchir nos émissions de GES, mais bien combien vont-elles nous permettre d'économiser et comment le Québec compte-t-il profiter des occasions qui s'offrent à lui afin de valoriser son potentiel

92 Officiellement désignée comme étant la Conférence des parties sur les changements climatiques, tenue à Paris en décembre 2015. <http://www.gouvernement.fr/action/la-cop-21> et <https://www.faisonslepoureux.gouv.qc.ca/fr/dossiers-speciaux/quebec-a-paris>

93 <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/infuseur/communiqué.asp?no=3353> Contrairement au nouveau gouvernement fédéral, le gouvernement du Québec est arrivé à la Conférence de Paris avec une cible et une volonté d'agir. N'oublions pas que le 28 novembre 2007 l'Assemblée nationale avait adopté une résolution unanime exprimant son désaccord par rapport à l'approche préconisée par le gouvernement Harper et son recours à l'année 2005 comme année de référence. <https://www.saic.gouv.qc.ca/rerelations-canadiennes/positions-historiques/motions/2007-11-28-kyoto-fr.pdf>

94 [www.fil-information.gouv.qc.ca/Pages/Article.aspx?idArticle=2309177806](http://www.fil-information.gouv.qc.ca/Pages/Article.aspx?idArticle=2309177806)

énergétique renouvelable, développer l'économie de ses régions, améliorer le solde de la balance commerciale, créer des emplois et améliorer la qualité de vie des Québécois(es)<sup>95</sup>.

## 1.1 L'énergie, au coeur de la révolution industrielle passée et à venir

L'accès à l'énergie et l'industrialisation des économies sont intimement liés, et ce depuis plusieurs siècles<sup>96</sup>. Les innovations technologiques apportées aux moulins à eau et à vent ont permis d'accroître la quantité de calories disponibles aux populations : condition préalable nécessaire à l'augmentation du nombre d'habitants et de travailleurs. Toutefois, c'est en bonne partie à la découverte du processus de purification du charbon réalisée en Grande-Bretagne que la révolution industrielle a pu y prendre son essor à partir des années 1750<sup>97</sup>.

### 1.1.1 Le charbon, facteur déterminant de la genèse industrielle britannique

En rendant possible l'atteinte de températures bien supérieures, le charbon a entre autres permis la réalisation de meilleurs alliages, l'accroissement de la productivité des fonderies et une augmentation de la demande des produits transformés. L'accroissement de la demande pour le fer forgé et l'acier a, à son tour, généré une demande accrue pour le charbon. La difficulté à pomper l'eau hors des galeries de plus en plus profondes limitait toutefois la productivité des mines.

L'invention de la machine à vapeur<sup>98</sup>, utilisant la chaleur du charbon pour faire bouillir l'eau et générer une force mécanique hors de la vapeur produite, a permis d'actionner des pompes capables d'extraire l'eau des mines de charbon. Les améliorations successives réalisées par différents inventeurs sur la machine à vapeur ont permis d'en accroître l'efficacité. L'assèchement des galeries a permis d'accroître l'offre de charbon, d'accroître l'offre de fer et d'acier, laquelle a permis l'abaissement du coût des machines à vapeur ce qui, à son tour a permis la mécanisation de différents procédés de fabrication. La mécanisation des filatures de textiles anglaises leur procura un avantage comparatif technologique significatif par rapport à leurs compétiteurs européens et engendra un exode progressif des populations rurales vers les villes pour y trouver du travail<sup>99</sup>. L'énergie du charbon, les innovations technologiques, la force motrice issue de la vapeur et son utilisation par les machines a profondément transformé et redéfini la division du travail et l'accumulation du capital : la révolution industrielle est lancée.

95 Ces enjeux ont été soulevés par toutes les formations politiques présentes à l'Assemblée nationale : <https://coalitionave-nirquebec.org/fr/presse/reduction-ges-un-beau-defi-mais-pas-sans-risques-mathieu-lemay/> ; <https://pq.org/nouvelles/changements-climatiques-le-parti-quebecois-a-un-plan-solide-pour-sy-attaquer-tout-en-developpant-leconomie/> ; <https://api-wp.quebecsolidaire.net/wp-content/uploads/2016/01/programme-eco-solidaire.pdf>

96 <https://crawford.anu.edu.au/distribution/newsletter/research-newsletter/pdf/Energy-Journal-Stern.pdf>

97 <https://www.britannica.com/technology/history-of-technology/The-Industrial-Revolution-1750-1900>

98 [http://gpih.ucdavis.edu/files/Clark\\_Jacks.pdf](http://gpih.ucdavis.edu/files/Clark_Jacks.pdf)

99 Alfred Marshall, dans la 8e édition de son ouvrage Principles of economics, explique dans un note de bas de page que chaque ouvrier dans les usines de textiles utilisait une force motrice d'environ un cheval-vapeur, soit l'équivalent de dix fois ce que pouvait généré les plus forts d'entre eux. MARHALL, Alfred, Principles of economics, 8th edition, 1979, London, McMillan Press, pp.219 et suivantes.

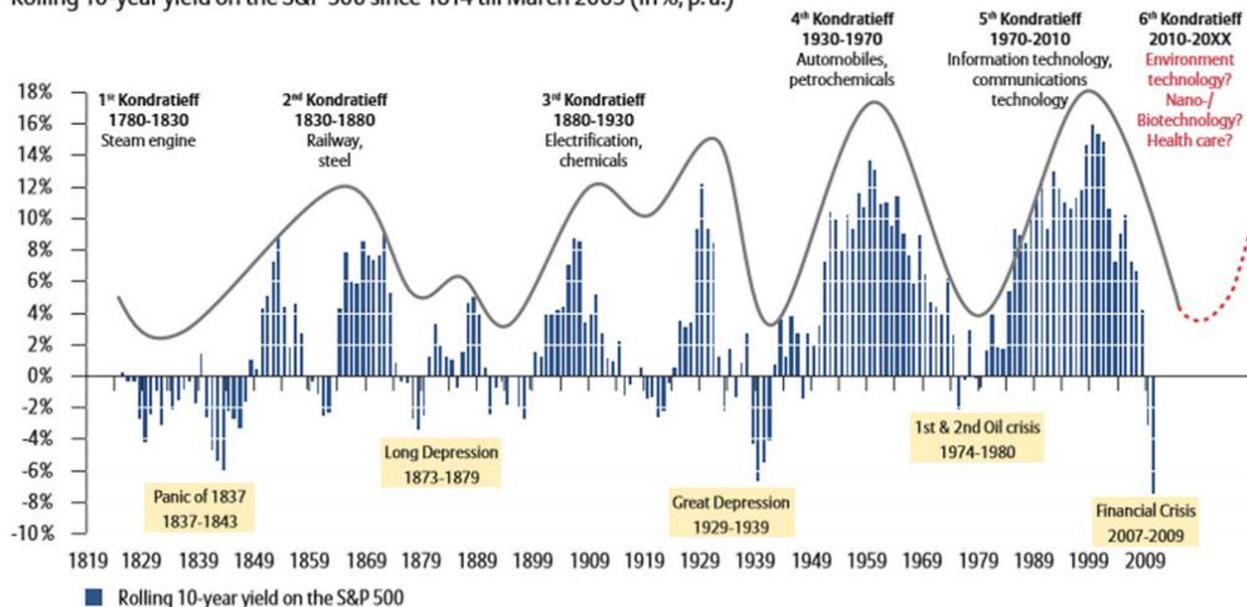
### 1.1.2 De nouvelles énergies pour différents cycle de croissance occidentale

La révolution industrielle vécue initialement par la Grande-Bretagne fut par la suite dupliquée dans différents pays d'Europe et d'Amérique, au cours des décennies qui suivirent, à des rythmes variables en fonction de la disponibilité des autres facteurs de production (ressources naturelles, main d'œuvre, capital, technologie, débouchés commerciaux)<sup>100</sup>. L'économiste russe Nikolaï Kondratieff publie, en 1925, une analyse approfondie de l'activité économique de la Grande-Bretagne, de la France, des États-Unis et de l'Allemagne<sup>101</sup>. Il constate que leur histoire économique est ponctuée de cycles économiques d'environ 60 ans, voir figure 1.1.

Figure 1.1- Cycle de Kondratieff<sup>102</sup>

Figure 1: Kondratieff cycles – long waves of prosperity.

Rolling 10-year yield on the S&P 500 since 1814 till March 2009 (in %, p. a.)



Kondratieff constate qu'à la fin de chaque cycle [d'environ 60 ans] survient une profonde récession au cours de laquelle des découvertes technologiques sont réalisées dans les secteurs de la production et des communications et sont par la suite massivement déployées durant la phase ascendante du cycle suivant<sup>103</sup>.

100 <https://crawford.anu.edu.au/distribution/newsletter/research-newsletter/pdf/Energy-Journal-Stern.pdf>; CLARK et als., Made in America? The New World, the Old and the Industrial Revolution, American Economic Review: Papers & Proceedings 2008, 98:2, 523–528.

101 The Long cycle of conjecture. Voir GRININ et als.(2016), Kondratieff Waves in the World System Perspective, dans Economic Cycles, Crises, and the Global Periphery. International Perspective on Social Policy, Administration, and Practice. Springer, Cham.

102 Figure extraite d'une analyse réalisée par l'assureur européen Allianz: The Sixth Kondratieff – long wave of prosperity (2010) [https://www.allianz.com/v\\_1339501901000/media/press/document/other/kondratieff\\_en.pdf](https://www.allianz.com/v_1339501901000/media/press/document/other/kondratieff_en.pdf)

103 Grinin, op. cit., p.26. Différents économistes ont repris ces travaux et poursuivi l'analyse des cycles de Kondratieff après son décès en 1938. Bien que ceux-ci font toujours l'objet de critiques, comme la plupart des grandes théories économiques, il n'en demeure pas moins que le lien entre innovations technologiques et relance économique de long terme est frappant.

**a) 1er cycle : charbon et machine à vapeur rendent possible la Révolution industrielle (1780-1830)**

Des siècles de demande pour la construction domiciliaire et navale se traduisirent par une déforestation massive. L'invention de la machine à vapeur permit l'accroissement de la production de charbon en forte demande par les industries métallurgiques et la mécanisation des usines de textiles en Grande-Bretagne<sup>104</sup>. Il s'ensuit un déplacement des ateliers et manufactures et des familles y travaillant vers les régions riches en charbon<sup>105</sup>.

Construite en nombre sans cesse croissant par de multiples entreprises, la machine à vapeur voit son prix chuter. Simultanément, la demande en charbon, en main d'œuvre, en coton et autres intrants utilisés par les usines s'accroît. Les coûts d'expédition des produits finis vers des destinations plus lointaines augmentent également. Un goulot d'étranglement frappe alors le développement : le transport. L'économie s'essouffle.

**b) 2e cycle : le chemin de fer remplace le cheval et diminue les contraintes logistiques au commerce (1830-1880)**

De nombreux inventeurs rivaliseront afin de développer des solutions à cet enjeu majeur. L'adaptation de la machine à vapeur au transport routier par Stephenson a permis le déploiement progressif de la locomotive et du chemin de fer à partir de 1830 en Grande-Bretagne, en Europe, aux États-Unis et au Canada. C'est le début de la seconde vague d'industrialisation. Grâce à leur capacité d'accroître les ressources, les travailleurs et les produits finis sur de longues distances, le chemin de fer permet une reprise de la croissance économique britannique<sup>106</sup>. Non seulement la locomotive est une solution plus efficace que le cheval, le chariot ou la carriole, elle se veut également un très important consommateur de charbon et d'acier pour son fonctionnement et son expansion. Cette croissance a eu pour effet d'accroître l'urbanisation et le développement d'emplois dans le secteur secondaire et tertiaire<sup>107</sup>. Rappelons-nous également que la construction du chemin de fer a joué un rôle majeur dans le développement du Canada et des États-Unis.

Les capitaux drainés par la guerre civile américaine<sup>108</sup>; une distribution de terres à des vagues d'immigrants transportés de plus en plus loin par les compagnies de chemin de fer (augmentation de l'offre mondiale de produits agricoles et de coton)<sup>109</sup>, ainsi qu'une guerre commerciale sans

104 <http://pubs.sciepub.com/education/1/3/2/index.html>

105 <https://www.economics.ox.ac.uk/materials/papers/13183/Coal%20-%20'Rourke%20124.pdf> La démonstration faite par les auteurs permet de valider que pas moins de 60% de l'urbanisation européenne entre 1750 et 1960 serait attribuable à l'introduction de technologies ayant recours au charbon et se serait produit dans des régions riches en charbon.

106 <https://www.economics.ox.ac.uk/materials/papers/12644/harley111.pdf>

107 <https://pdfs.semanticscholar.org/d58e/4fb1936e29cefb78c6f9b963c7070547af11.pdf>

108 <http://www.thefiscaltimes.com/Articles/2011/04/12/Civil-War-at-150-Debt-Lessons-from-Lincoln>

109 <https://eh.net/encyclopedia/the-depression-of-1893/>

merci des compagnies de chemin de fer pour étendre leur réseau ferroviaire et ainsi obtenir un monopole territorial<sup>110</sup>, contribuent grandement à la longue dépression, point final du second cycle économique de Kondratieff.

### c) 3e cycle : l'électricité et la chimie industrielle, moteurs d'un nouveau siècle (1880-1930)

Au même moment que se finalise le développement de la première locomotive en Grande-Bretagne, des inventeurs d'Europe et des États-Unis travaillent à développer et bonifier la technologie des turbines hydrauliques rendant possible la production d'électricité à partir de la force de l'écoulement de l'eau<sup>111</sup>. Dès 1880, des centrales hydroélectriques sont progressivement construites afin d'alimenter des usines et fournir l'éclairage public pour des clients situés à proximité<sup>112</sup>. Les développements dans le secteur du transport d'électricité et de la production (hydraulique, mais également de sources thermiques) augmentent les quantités produites et les distances entre les sources de production et de consommation. L'électrification des collectivités et des sites industriels est maintenant possible et la transition s'effectue progressivement. Le Québec ne fait pas exception et les gouvernements québécois s'efforceront, tour à tour, de valoriser la houille blanche (le potentiel hydroélectrique) de son territoire<sup>113</sup>.

À la suite des avancées technologiques, chimiques et industrielles réalisées depuis le début du 18e siècle, l'arrivée d'une nouvelle forme d'énergie, l'électricité, aux propriétés fort différentes du charbon, permet des avancées majeures en chimie, en physique et en procédés de fabrication<sup>114</sup>. La production d'aluminium, le carbure de calcium, l'ammoniac, l'azote, la viscosité et la cellulose (matériaux semi-synthétiques) et le procédé d'électro-plaquage prennent leur envol et permettent la création de nouveaux produits, l'abaissement du coût de production pour d'autres et l'industrialisation progressive de plusieurs régions du monde, dont le Québec. Les innovations réalisées dans les deux premiers cycles de Kondratieff et celles réalisées au cours du troisième permettent également l'essor d'une nouvelle forme d'énergie, le pétrole et son utilisation dans les moteurs à combustion interne. Dans le secteur du transport maritime

110 <https://courses.lumenlearning.com/ushistory2os2xmaster/chapter/from-invention-to-industrial-growth/>. Cette lutte en amène plus d'un à prendre des risques de plus en plus grands avec ce qui expose les investisseurs de capitaux provenant des marchés financiers. Si bien qu'en 1890, leur dette est près de cinq fois plus élevée que celle du gouvernement fédéral à 5.1 milliards de dollars. Voir THOMPSON, Joel, 2013), Railroad investing and the importance of financial accounting information in 1880s, America. Accounting Historians Journal, Volume, Number December 2013, pp. 55-90.

111 [http://www.lemonde.fr/idees/article/2011/10/03/benoit-fourneyron-inventeur-de-la-turbine\\_1581352\\_3232.html](http://www.lemonde.fr/idees/article/2011/10/03/benoit-fourneyron-inventeur-de-la-turbine_1581352_3232.html); <https://www.hydropower.org/a-brief-history-of-hydropower>; <http://www.printempsdeschercheurs.fr/hydroelectricite-histoire/>; <http://www.edison-techcenter.org/HistElectPowTrans.html>; <http://www.bbc.com/news/uk-england-tyne-26968189>.

112 Au Québec, le premier éclairage électrique fut réalisé en septembre 1885 sur la terrasse Dufferin de Québec grâce à l'électricité produite par une centrale située à la chute Montmorrency. <https://actu.fondationlionelgroulx.org/L-039-xe9-clairage-xe9-lectrique-C-039-est-en-septembre-1885-que-Sigismund.html>; <https://www.quebechebdo.com/communaute/2010/7/17/les-debuts-de-l-electricite-et-leclaira-1587871.html>.

113 Gouvernement du Québec, Premier rapport de la Commission du Régime des eaux courantes de Québec, nov. 1912, 1er rapport, Québec. On peut y lire à ce propos : « L'ère de la « houille blanche » ne fait, on peut dire, que commencer dans notre pays. C'est là un fait économique dont nous apercevons déjà les profondes conséquences. C'est là un fait économique dont nous apercevons à peine les conséquences. [...] La marche du progrès est en effet plus rapide, plus sûre, quand on a su prévoir et préparer les voies ». P.13.

114 <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resources/business-skills-and-commercial-awareness-for-chemists/docs/Rowe%20Chemical%20Industry.pdf>

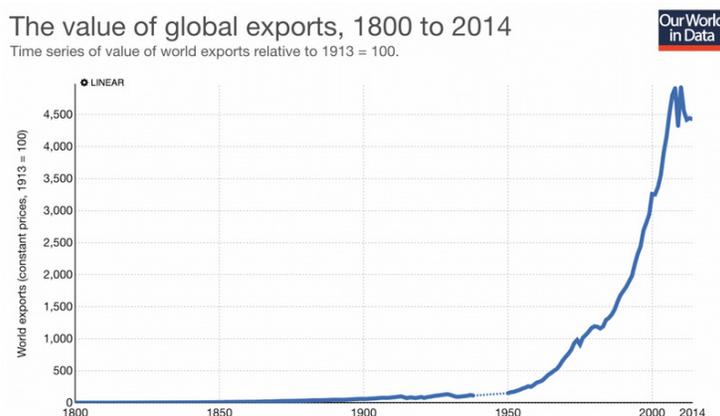
et dans la marine de guerre, le charbon laisse progressivement la place au mazout à la veille de la Première Guerre mondiale<sup>115</sup>. De nouveau, un conflit armé majeur (PGM), combiné à des comportements hautement spéculatifs sur les marchés boursiers, conduisent au crash économique de 1929 et à la fin du troisième cycle économique.

#### d) 4e cycle : le pétrole et la pétrochimie : propulsent la croissance mondiale (1930-1970)

Initialement utilisé pour remplacer l'huile de baleine dans les lampes à l'huile, devenue beaucoup trop dispendieuse<sup>116</sup>, le kérosène issu du pétrole voit sa demande progressivement augmenter. Cet appel suscite l'intérêt d'entrepreneurs qui cherchent à en accroître la production afin de capturer cet écart de prix<sup>117</sup>. La mise en production du premier puits pétrolier issu d'un forage est réalisée en 1859, à Titusville en Pennsylvanie<sup>118</sup>. Les marges sont importantes, c'est alors le début de la ruée vers l'or noir et la naissance des barons du pétrole. L'invention du moteur à explosion (à essence et au diesel) et les avancées dans les technologies de raffinage en augmentent la facilité d'utilisation et la demande globale.

La fin de la Seconde Guerre mondiale conduit à l'établissement de la Pax americana<sup>119</sup> et à la création d'institutions internationales telles que les Nations Unies, la Banque internationale pour la reconstruction et le développement (BIRD) et des accords généraux sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT). La reconstruction de pays dévastés génère une expansion du commerce international. La population mondiale et sa demande en énergie connaissent un essor sans précédent, voir les figures 1.2, 1.3 et 1.4.

Figure 1.2- Valeur globale des exportations mondiales depuis 1800<sup>120</sup>



115 <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a524799.pdf>. Dahl explique que cette conversion donna naissance au complexe militaro-pétrolier.

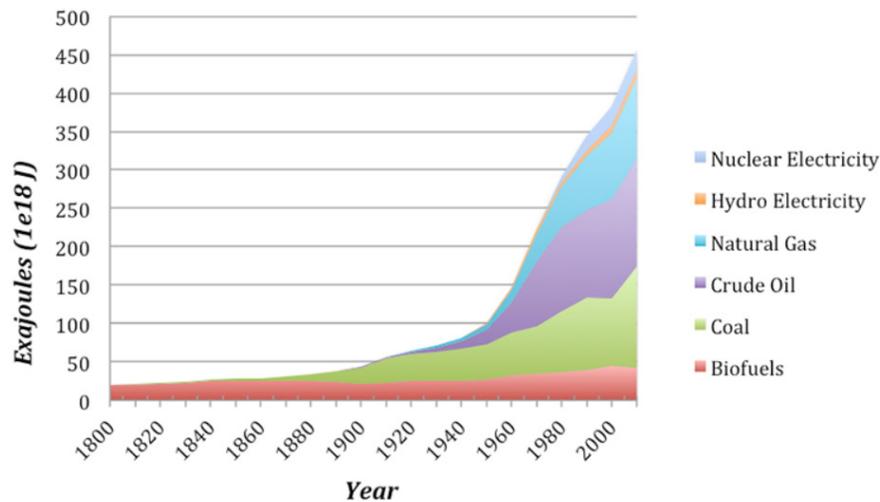
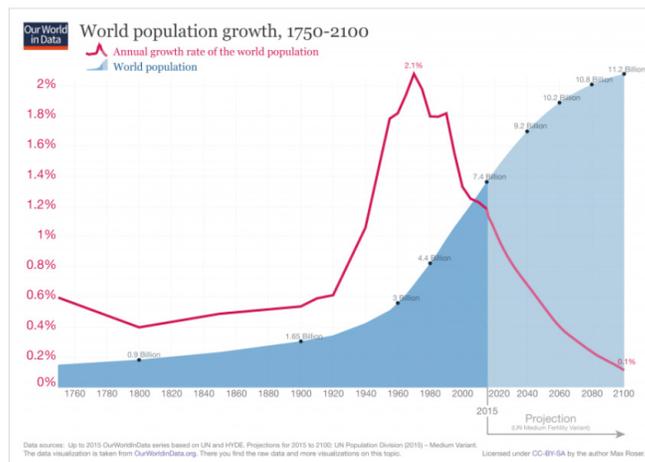
116 <https://www.uh.edu/engines/epi3136.htm>

117 <http://www.bbc.co.uk/timelines/zqgxtfr>

118 <https://www.universalis.fr/encyclopedie/premier-puits-de-petrole/>

119 KENNEDY, Paul (1987), *The rise and fall of great empires: Economic Change and Military Conflict from 1500 to 2000*, Random House, New York,

120 <https://www.tradefinanceglobal.com/posts/3-innovations-totally-transformed-logistics-international-trade/>

Figure 1.3- Histoire de la demande mondiale en énergie de 1800 à 2010<sup>121</sup>Figure 1.4- Croissance de la population mondiale de 1750 à 2100<sup>122</sup>

Tant aux États-Unis qu'au Canada ou au Québec, cette période est marquée par le baby-boom, la naissance et l'étalement massif du concept des banlieues et le recours massif à l'automobile<sup>123</sup>. Dépourvu de gisement pétrolier, gazier ou de dépôt de charbon, le Québec se tourne vers le développement de sa houille blanche, son hydroélectricité, pour alimenter et stimuler sa croissance économique. Les avancées réalisées en transport à haute tension rendent possible la construction des centrales du bassin Manic-Outarde situées à de grandes distances des centres de consommation.

121 <https://www.e-education.psu.edu/earth104/node/1347>, crédit de l'image à David Bice.

122 Figure extraite de <https://ourworldindata.org/world-population-growth>

123 <http://archives.radio-canada.ca/societe/urbanisme/dossiers/1202-6631/>

Le secteur pétrochimique poursuit le développement de nouveaux matériaux et la production de masse de biens fabriqués en caoutchouc synthétique ou en plastique<sup>124</sup>. Ceux-ci, de concert avec les avancées réalisées en mécanique, en électricité, en aéronautique et en informatique, rendent possible la conquête de l'espace.

Les 30 glorieuses se terminent toutefois abruptement avec la crise du pétrole en 1973 et la hausse importante du prix du baril de pétrole : une ressource maintenant vitale pour les économies occidentales.

### e) 5e cycle : Les technologies de l'information et des communications (1970-2010)

L'invention de la presse à imprimer vers 1450, par Gutenberg, révolutionna la transmission et la diffusion du savoir en permettant de réduire le coût et le temps requis pour obtenir un livre ou pour diffuser une information<sup>125</sup>. Maintes fois optimisée, cette technologie est toutefois limitée par une contrainte : le temps de diffusion.

Il faut attendre 1832 pour que les avancées en électromagnétisme permettent de concevoir une alternative<sup>126</sup>. Samuel Morse utilise cette avancée technologique pour développer le télégraphe. Il transmet le premier message par onde électrique entre Washington et Baltimore le 24 mai 1844. Cette invention révolutionne le monde et accélère la vitesse de déplacement de l'information. Cette invention stimule l'économie et ouvre la voie aux recherches sur la téléphonie<sup>127</sup> et la radiocommunication sans fil<sup>128</sup>. Les recherches scientifiques menées pendant la Seconde Guerre mondiale mènent à des avancées significatives des ordinateurs<sup>129</sup>. Leur développement ainsi que leur miniaturisation est déterminante dans la conquête de l'espace et la marche sur la Lune<sup>130</sup>.

En 1970, une jeune compagnie, Intel, fabrique la première puce électronique avec mémoire vive. Quelques mois plus tard, IBM lance la disquette souple qui permet l'échange d'information entre les utilisateurs<sup>131</sup>. Internet et les premiers courriels font leur apparition en 1972<sup>132</sup>. L'ère des technologies de l'information s'amorce.

124 <https://www.scientificamerican.com/article/a-brief-history-of-plastic-world-conquest/>. Le plastique remplace le bakélite, développé dans les années 1920 et alors fort dispendieux.

125 <https://www.thoughtco.com/johannes-gutenberg-and-the-printing-press-1991865>

126 <http://time.com/4307892/samuel-morse-telegraph-history/>

127 <http://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/alexander-graham-bell/>. Le 10 mars 1876 Alexander Graham Bell effectue la première conversation téléphonique de l'histoire.

128 <https://nationalmaglab.org/education/magnet-academy/history-of-electricity-magnetism/pioneers/heinrich-hertz> La radiocommunication sans fil a été rendue possible grâce à la découverte des radiofréquences en 1888, lesquelles permettent à Marconi d'effectuer une transmission intercontinentale sans fil de signaux Morse en 1901. Voir à ce propos <http://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/signal-hill/>

129 <http://www.computerhistory.org/timeline/computers/>. On doit toutefois à Charles Babbage le fonctionnement de la première machine à calculer complexe, le 21 janvier 1838. Son Analytical engine est considéré comme tant le tout premier ordinateur.

Voir; <http://www.computinghistory.org.uk/det/1819/Charles-Babbage/>

130 <https://history.nasa.gov/computers/Computing.html>

131 <https://www.livescience.com/20718-computer-history.html>

132 <https://www.internetsociety.org/internet/history-internet/brief-history-internet/>

Une réorganisation profonde de la communication entre les humains, de la recherche universitaire et de l'organisation du travail dans les pays industrialisés prend place. Conformément à la loi de Moore<sup>133</sup>, les ordinateurs sont sans cesse plus puissants, permettent de réaliser des calculs de plus en plus complexes. La miniaturisation continue des puces électroniques et l'utilisation des ondes hertziennes rendent possible le développement des téléphones sans fils puis des téléphones intelligents<sup>134</sup>.

Il ne fait aucun doute que la télévision a profondément changé la diffusion de l'information et de la publicité. Les avancées technologiques et l'expansion d'Internet la transformeront de nouveau : l'information devient accessible au moment et dans le format et la langue souhaités par l'utilisateur. La diffusion de la connaissance permet aussi à un plus grand nombre de personnes d'avoir accès à des bases de données et à la production et la diffusion de contenu sans le recours aux médias traditionnels. Le développement de logiciels et d'applications constamment plus exigeantes rend vétustes les nouvelles puces électroniques en moins de 18 mois<sup>135</sup>. Une guerre commerciale et technologique pousse les entreprises à prendre des risques de plus en plus grands pour des marges de plus en plus réduites auprès de consommateurs de plus en plus saturés de produits.

L'expansion du crédit, la baisse de la réglementation financière et l'endettement croissant de nombreux gouvernements, corporations et ménages mènent au développement de produits financiers de plus en plus risqués. Les défauts de paiements s'accumulent à tous les niveaux et l'économie mondiale tombe en récession : c'est la crise des subprimes de 2008<sup>136</sup> et la fin d'un cycle.

#### **f) 6e cycle : l'énergie renouvelable et l'intelligence artificielle vecteurs d'un nouveau cycle (2010-2050)**

Au cours de la période 1970-2010, la population mondiale a presque doublé. Réalisée dans un très court laps de temps, cette situation crée une pression insoutenable sur la demande pour les ressources naturelles et l'énergie<sup>137</sup>. L'Asie du Sud-est a eu pour effet d'y accroître la demande énergétique et la consommation de charbon. Parallèlement, les crises pétrolières, marquées par des hausses de prix considérables, ont fait mal aux finances des pays importateurs. Plusieurs états et juridictions ont activement cherché à réduire leur dépendance au pétrole par une substitution vers les énergies renouvelables, dont le Québec avec ses stratégies énergétiques depuis 1976. Il n'en demeure pas moins qu'à l'échelle planétaire, la concentration en CO<sub>2</sub> n'a cessé de croître (voir figure 1.5) et les effets des réchauffements

133 <http://www.computerhistory.org/siliconengine/moores-law-predicts-the-future-of-integrated-circuits/>

134 <http://www.mobileindustryreview.com/2016/10/the-history-of-the-smartphone.html>

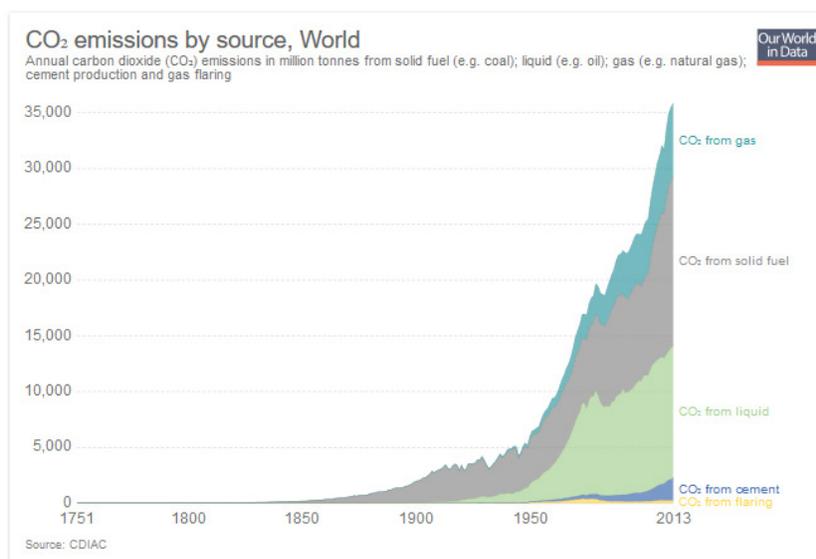
135 <https://www.nytimes.com/2010/02/22/technology/22chip.html>

136 <https://www.economist.com/news/schoolsbrief/21584534-effects-financial-crisis-are-still-being-felt-five-years-article>

137 Au cours de la période 1970 à 2010, le taux de consommation des ressources est passé de 1,0 à 1,5 fois le temps qu'il faut aux écosystèmes pour les régénérer. En 2017, ce ratio est à présent de 1,7 fois. <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>

climatiques menacent la stabilité économique mondiale. Selon le Forum économique mondial, les effets des risques climatiques occupent les 3 premières positions des risques auxquels sont confrontés les économies de la planète en 2018<sup>138</sup>.

Figure 1.5- évolution de la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère depuis la révolution industrielle<sup>139</sup>



Paradoxalement, le recours au charbon, puis aux autres énergies fossiles, a réduit le phénomène de déforestation ayant eu cours en Grande-Bretagne, en Europe et aux États-Unis au fil des siècles<sup>140</sup>. Compte tenu des technologies de l'époque, le recours aux énergies progressivement introduites a permis au cheval-vapeur de remplacer la force animale ou humaine dans un nombre sans cesse croissant d'applications<sup>141</sup>.

La révolution industrielle et l'accroissement de la productivité et du commerce mondial, particulièrement depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, ont cependant entraîné la création d'un passif environnemental considérable : le réchauffement climatique causé par les gaz à effet de serre. Identifiée en 1896 par le chimiste et Nobel suédois Svante Arrhenius, cette conséquence<sup>142</sup> a également fait l'objet de nombreuses recherches par les compagnies pétrolières depuis quarante ans<sup>143</sup>, soit onze ans avant

138 <http://reports.weforum.org/global-risks-2018/>

139 <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>

140 [http://www.ct.gov/caes/lib/caes/documents/special\\_features/forestregeneration.pdf](http://www.ct.gov/caes/lib/caes/documents/special_features/forestregeneration.pdf)

141 HICKS, Brian, NELDER, Chris, (2008), Profit from the peak: the end of oil and the greatest investment event in the century, Wiley, New Jersey, p. 72. Selon les auteurs : 1 cheval-vapeur équivaut à la force motrice de 7,5 heures de travail d'un homme fort. Chaque kilowatt électrique en représente 10 heure et chaque baril (≈159 litres) 18 000.

142 <https://www.scientificamerican.com/article/discovery-of-global-warming/>. Prix Nobel de chimie en 1903.

143 <https://www.scientificamerican.com/article/exxon-knew-about-climate-change-almost-40-years-ago;> <https://www.newyorker.com/news/daily-comment/what-exxon-knew-about-climate-change> ;

que la NASA lance les premières alarmes du risque que court l'humanité<sup>144</sup>.

Aujourd'hui, la lutte au réchauffement climatique et la réduction des GES passent par une réduction massive de la consommation d'énergies fossiles. Des Nations Unies au Forum économique mondial, de la Banque Mondiale à la Banque d'Angleterre, du plus grand producteur mondial de pétrole (l'Arabie Saoudite) au plus grand consommateur de produits pétroliers (la US Navy), la quasi-totalité de l'humanité s'entend pour dire que la transition vers les énergies renouvelables est la voie à suivre.

Le Québec adhère à cette vision et en a fait un engagement par ses différentes politiques et lois adoptées récemment. Avec un secteur électrique à plus de 99% renouvelable, il a déjà une longueur d'avance sur la plupart des nations. Cette caractéristique, combinée à son vaste territoire et à sa faible population, le place toutefois dans une situation où les politiques publiques, plus que la taille de son marché, détermineront son attractivité auprès des innovateurs.

La conversion des besoins thermiques et du secteur des transports vers les énergies vertes s'avère un passage obligé pour atteindre les cibles de lutte aux changements climatiques qu'il s'est fixé. L'efficacité énergétique, les avancées du secteur des technologies de l'information et de l'intelligence artificielle, alliées aux multiples énergies renouvelables possibles sur son territoire, sont les vecteurs de sa transition énergétique. Certes, l'inertie au changement sera grande, mais les coûts de l'inaction et de la vétusté technologique le seront encore davantage. Fort de ses atouts et conscient des opportunités et menaces auquel il fait face, le Québec a le potentiel de devenir la terre de prédilection ou le partenaire stratégique des leaders du prochain cycle économique de long terme.

Les premiers 5 cycles de développement industriel ayant été propulsés majoritairement par des économies linéaires, caractérisées par l'exploitation des énergies fossiles (take, make, use & lose), dans le 6e cycle, les bénéfices sociaux obtenus en occident sont, suite aux bouleversements liés aux changements climatiques, maintenant à risque. Le virage vers une économie circulaire<sup>145</sup> alimentée par les énergies renouvelables est ultimement une décision politique ayant le pouvoir de préserver les acquis obtenus et de développer de nouveaux avantages compétitifs, tel que nous nous sommes efforcés de le présenter dans ce rapport.

144 <http://graphics.latimes.com/exxon-arctic/> ; <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-09-07/will-exxonmobil-have-to-pay-for-misleading-the-public-on-climate-change>

145 <https://www.recyq-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/mieux-gerer/economie-circulaire>

LES ORGANISATIONS SUIVANTES SUPPORTENT LA VISION PRÉSENTÉE  
DANS CE DOCUMENT:



NERGICA



© Association québécoise de la production  
d'énergie renouvelable, juillet 2018

**AQPER**