

AUTO-SUFFISANCE ÉNERGÉTIQUE DU QUÉBEC

Réal Reid

Juin 2020

Le Québec pourrait économiser environ 3,2 G\$ par année, devenir carboneutre et assurer son auto-suffisance énergétique, en faisant appel à son immense potentiel d'énergies renouvelables, à son savoir technologique et à ses infrastructures déjà en place.

Sa consommation annuelle d'énergie est d'environ 500 TWh. Environ 60 % de cette énergie provient de pétrole et de gaz importés à un coût avoisinant 10 G\$ par année (1).

Cette énergie importée pourrait être remplacée par l'électrification tout azimuth de l'industrie, des transports (eau, route, rail, ...), de l'agriculture, des cultures en serre, etc... Ce qui demanderait de 200 à 300 TWh de nouvelle électricité dépendant des programmes d'efficacité énergétique et d'économies d'énergie qui seraient mis en place.

En effet le potentiel éolien québécois de première qualité est de l'ordre de 14 000 TWh par année (2), soit 28 fois sa consommation totale. Les développements continus de la technologie éolienne ont permis de réduire les coûts de façon appréciable, par exemple, l'Alberta a signé des contrats d'approvisionnement à un coût moyen de 3,9 ¢/kWh (3).

Le potentiel solaire québécois serait de l'ordre de 3000 TWh et il resterait un potentiel, non encore harnaché, de 50 TWh de grande hydraulique, mais à un coût assez élevé.

La capacité de stockage que le Québec a dû construire pour assurer la régulation de sa production annuelle de 200 TWh d'énergie hydraulique peut facilement, en plus d'assurer la régulation de l'hydraulique, fournir la régulation nécessaire pour une capacité éolienne de 900 TWh par année (4). Ce qui revient à dire que le système de stockage actuel, construit pour l'hydraulique, n'est utilisé qu'à 18 % de son potentiel.

LES RESSOURCES QUEBECOISES D'ENERGIES RENOUVELABLES

DÉFINITION : Intermittence:

Si on prends la définition du “Petit Larousse”: intermittent : “qui s’arrête et reprend par intervalles”, on peut dire que l’éolien, le solaire et l’hydraulique sont intermittents:

- éolien: lorsque les vents sont sous 4 à 5 mètres/seconde ou plus de 25 m/s, l’apport éolien est nul,
- hydraulique: hors des périodes de pluie ou de fonte des neiges, l’apport hydraulique est nul, le gros apport de l’hydraulique est au printemps avec la fonte des neiges (mai-juin) alors que le gros de la demande est en hiver (décembre, janvier et février),
- solaire: la nuit, l’apport est nul, l’Hiver les heures d’ensoleillement sont courtes,

HYDRAULIQUE:

Le Québec pour fonctionner avec une réseau électrique alimenté par l’hydraulique a dû y adjoindre du stockage. En se servant de la topographie, on a construit des réservoirs pour stocker l’eau en altitude (énergie potentielle). Le réseau d’Hydro-Québec compte sur environ 30 000 kilomètres carrés de réservoirs, équivalent à un réservoir de Québec à Montréal, par 120 kilomètres de large et d’une profondeur moyenne de 25 mètres.

Donc, l’hydraulique en soi n’est pas fiable, mais l’hydraulique avec stockage peut l’être.

ÉOLIEN:

Il est évident que l’éolien seul, sans stockage, ne peut servir la demande. Mais il présente une caractéristique intéressante, ses apports sont en phase avec la demande, les vents sont plus forts en hiver alors que la demande est plus forte. Donc, tel que démontré par Saulnier et Reid (4), l’éo-

lien a besoin de très peu de stockage, il a plutôt besoin de régulation, selon leurs calculs, le stockage actuel construit pour l'hydraulique, peut également fournir la régulation-stockage pour plus de 900 TWh d'énergie éolienne sans perdre sa capacité de régulation de l'hydraulique.

SOLAIRE:

Un estimé grossier donne un potentiel solaire d'environ 3000 TWh. Le solaire produit surtout l'été, ce qui pourrait combler la production éolienne plus faible l'été.

IMPLANTATION:

Avec un programme ambitieux d'efficacité énergétique et d'économies d'énergie, 200 TWh de nouvelle électricité serait nécessaire (300 TWh sans programme d'efficacité). Ajouter 200 TWh d'éolien sur le réseau actuel, pourrait se faire sur une base de 10 à 20 ans. Pour supporter les besoins en puissance, il faudra fort probablement ajouter de la puissance à plusieurs centrales hydrauliques existantes. Une modélisation devra être faite en continu avant et pendant l'implantation.

Le savoir technologique d'Hydro-Québec assuré par la grande qualité de son personnel (technicien, ingénieurs et chercheurs) et de ses outils (simulateur de réseau, ...) lui permettrait de réussir une telle implantation.

DIMENSION ÉCONOMIQUE:

Ajouter 200 TWh, par année, d'énergie éolienne pour déplacer la consommation de pétrole et de gaz exigerait la construction de 50 GW de centrales éoliennes. En utilisant les coûts de construction récents, en \$ canadiens, de la référence 3, les centrales éoliennes coûteraient 78,64 G\$. Sur une base de 20 ans (durée de vie présumée d'une centrale éolienne) à 4 % de coût du capital, en incluant les frais d'opération et d'entretien, le coût annuel serait de 7,78 G\$.

En éliminant la consommation de pétrole et de gaz, le Québec pourrait vendre des crédits de carbone. Selon le rapport cité en référence 1, page 41, en 2015, les émissions de CO₂ sont de 42 Mégatonnes par année pour

le pétrole et 13 Mt pour le gaz, pour un total de 55 Mt. Au prix récents d'environ 20 \$/tonne, le retour au Québec serait de 1,1 G\$/année, aux 50 \$/tonne prévus pour 2030 ce bonus devient 2,75 G\$/année.

Le coût évité de l'achat de pétrole et de gaz auquel on ajoute la vente de droits de carbone à 20 \$/tonne serait de 11 G\$/année, pour une économie annuelle de 3,22 G\$ qui, actualisé à un coût de capital de 4% pour une vie de 75 ans, fournirait un capital de 76,25 G\$, pour la modification des centrales hydrauliques et la construction des lignes de transmission requises.

Références

- 1- Calculés des données de : "2018 État de l'énergie au Québec", Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal.
- 2- Saulnier, B. et Reid, R. : "L'éolien au coeur de l'incontournable révolution énergétique", éditions MultiMondes 2009, chapitre 6, pages 103 à 113.
- 3- Betsy L. : "Alberta Procures Another 763 MW Of Wind Power", North American WINDPOWER, Wind News, Development, December 18, 2018.
- 4- Saulnier, B. et Reid, R. : "L'éolien au coeur de l'incontournable révolution énergétique", éditions MultiMondes 2009, pages 215 à 219.

Réal Reid

le 21 juin 2020

CV abrégé de Réal Reid :

"Ingénieur diplômé en génie mécanique de l'École Polytechnique de Montréal (1963), M.SC. en propulsion aéronautique de l'Institut de technologie de Cranfield, Angleterre (1964) et diplômé en administration de l'Université McGill en 1986. De 1965 à 1980, il a été ingénieur en combustion (Pratt & Whitney, CRIQ), en contrôle de la pollution automobile (Environnement Canada), puis, de 1980 à 2002, chercheur en énergie éolienne à l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ). Membre du CA de l'Association Canadienne de l'Énergie Éolienne

ACÉÉ – CanWEA) de 1986 à 1992, il en a été président en 1991. Co-auteur du livre : "L'éolien au coeur de l'incontournable révolution énergétique" (2009), en 2010 il a été représentant Développement Durable au volet énergie du Plan Nord."