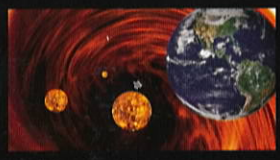
LA PESTE BLANCHE
ALERTE AU NORD

ICI, LA TERRE
QUELQU'UN NOUS ENTEND ?



HYDRO-QUÉBEC
50 ANS ET TOUS SES VOLTS



QS
Québec Science
Novembre 2012

50 ANS

Pigeons envahisseurs ou égarés ?

L'écologie de la réconciliation gagne les villes

Les drones : plus que du cinéma

La drogue mangeuse de chair

quebecscience.qc.ca
0 65385 72438 5
5,95 $
EN KIOSQUE JUSQU'AU 29 NOVEMBRE 2012
40065387

UNE HISTOIRE ÉLEC

Il y a 50 ans, au moment de la naissance de *Québec Science*, un certain René Lévesque nationalisait l'électricité. Il y avait alors beaucoup de tension dans l'air.

Par Jean-Benoît Nadeau

René Lévesque est très nerveux et fume cigarette sur cigarette avant le discours d'ouverture de la Semaine de l'électricité, le 12 février 1962. Dans quelques minutes, devant un parterre de 400 personnes, il exposera son projet de nationalisation de l'électricité qu'il a tenu secret jusque-là. L'ancien journaliste devenu ministre des Ressources naturelles joue son avenir politique. Son patron, le premier ministre Jean Lesage, est contre – comme la majorité de ceux qui l'entendront.

René Lévesque est un excellent vendeur. Non seulement ralliera-t-il Jean Lesage mais, neuf mois plus tard, à la faveur d'une élection référendaire sur la nationalisation, il obtiendra le mandat de racheter et de fusionner 11 compagnies régionales d'électricité au sein d'Hydro-Québec.

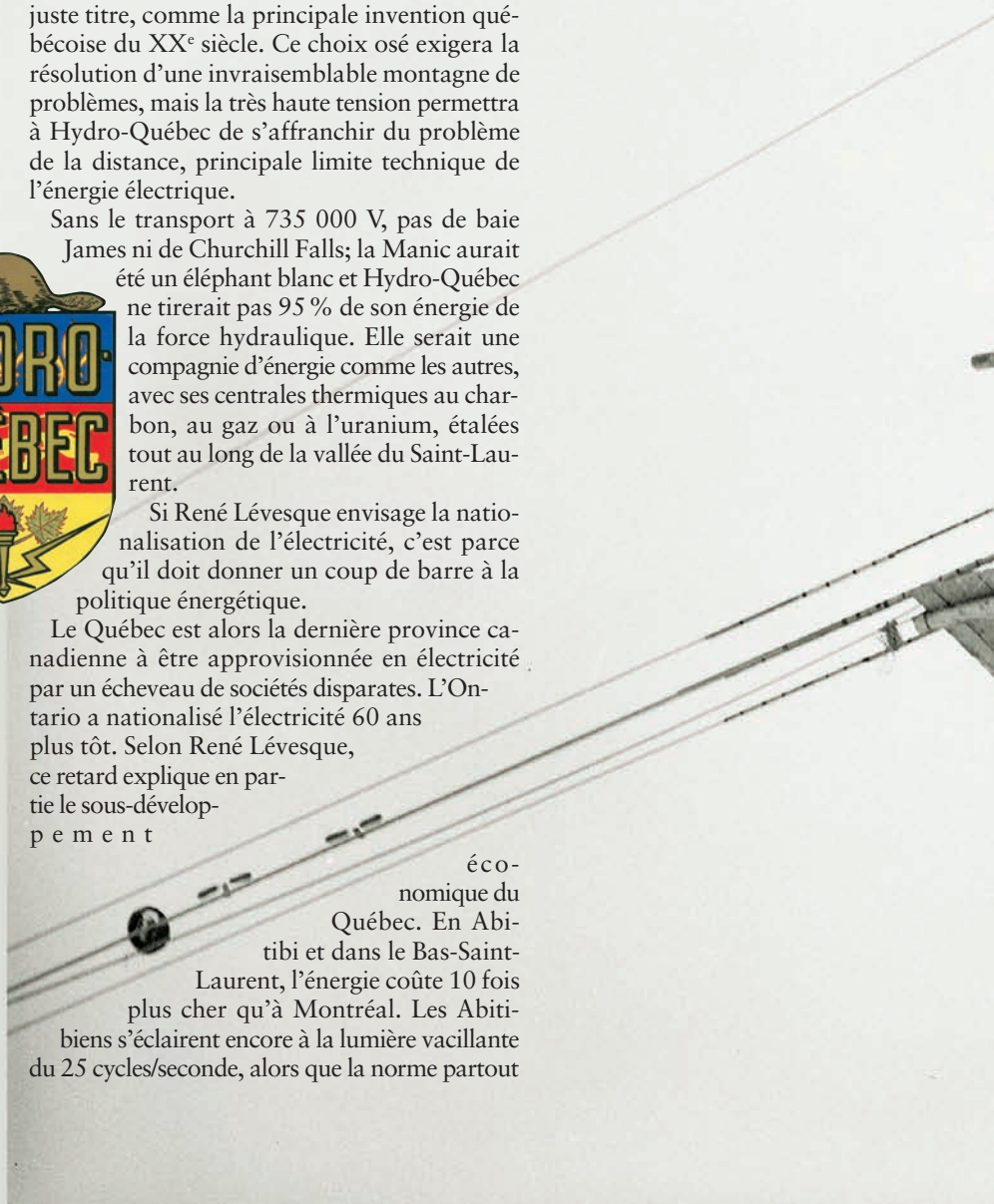
Peu de gens savent que la viabilité économique des grands projets emblématiques de la Révolution tranquille comme la Manicouagan et la baie James – sans compter celui de Churchill Falls à Terre-Neuve-et-Labrador – reposait sur une technologie qu'Hydro-Québec est la seule au monde à maîtriser : le transport d'énergie à très haute tension, soit 735 000 V. Or, au moment où René Lévesque lance la nationalisation, cette technologie n'existe pas !

La réputation internationale d'Hydro-Québec découle d'abord de ce choix technologique que l'Ordre des ingénieurs du Québec considère, à juste titre, comme la principale invention québécoise du XXe siècle. Ce choix osé exigera la résolution d'une invraisemblable montagne de problèmes, mais la très haute tension permettra à Hydro-Québec de s'affranchir du problème de la distance, principale limite technique de l'énergie électrique.

Sans le transport à 735 000 V, pas de baie James ni de Churchill Falls; la Manic aurait été un éléphant blanc et Hydro-Québec ne tirerait pas 95 % de son énergie de la force hydraulique. Elle serait une compagnie d'énergie comme les autres, avec ses centrales thermiques au charbon, au gaz ou à l'uranium, étalées tout au long de la vallée du Saint-Laurent.

Si René Lévesque envisage la nationalisation de l'électricité, c'est parce qu'il doit donner un coup de barre à la politique énergétique.

Le Québec est alors la dernière province canadienne à être approvisionnée en électricité par un écheveau de sociétés disparates. L'Ontario a nationalisé l'électricité 60 ans plus tôt. Selon René Lévesque, ce retard explique en partie le sous-développement économique du Québec. En Abitibi et dans le Bas-Saint-Laurent, l'énergie coûte 10 fois plus cher qu'à Montréal. Les Abitibiens s'éclairent encore à la lumière vacillante du 25 cycles/seconde, alors que la norme partout



ARCHIVES D'HYDRO-QUÉBEC/H02 COMMISSION HYDROÉLECTRIQUE DE QUÉBEC - H01/HYDRO-QUÉBEC

TRISANTE



Manic-5, ligne 735 kV



ARCHIVES D'HYDRO-QUÉBEC/H02 COMMISSION HYDROÉLECTRIQUE DE QUÉBEC

Le 12 février 1962, René Lévesque, alors ministre des Richesses naturelles, prononce le discours inaugural de la Semaine de l'électricité. C'est à ce moment qu'il annonce le grand projet de nationaliser les compagnies d'électricité du Québec.

ailleurs au Québec et en Amérique est le 60 cycles/seconde.

« Depuis 1945, la demande en électricité croît à un rythme effréné de plus de 7 % par an. Ce qui signifie que les compagnies d'énergie doivent doubler leur capacité de production chaque 10 ans », raconte André Bolduc, économiste, journaliste et auteur de nombreux livres sur Hydro-Québec. Or, tous les grands sites hydrauliques du sud du Québec sont développés, et aucune des 11 sociétés n'a les moyens de s'attaquer à des projets lointains. En 1960, la Shawinigan Power & Water vient concurrencer la jeune Hydro-Québec dans son fief montréalais en construisant une grosse centrale thermique à Tracy, près de Sorel.

La « Shawinigan », c'est le plus beau fleuron parmi les 11 compagnies d'électricité régionales. Son réseau est le plus étendu, à part celui d'Hydro-Québec. Sa filiale Shawinigan Engineering, créée en 1919, est très en avance sur son temps. C'est elle qui a construit la première ligne à haut voltage, 50 000 V, pour transporter l'énergie de Shawinigan vers Montréal. Et c'est encore elle qui, la première, a envisagé les grands projets tels Bersimis, Manic-Outardes, Churchill Falls et la baie James, qui feront la gloire d'Hydro-Québec.

En 1960, Hydro-Québec est mûre pour assumer un plus grand rôle. Cette société d'État, issue de la nationalisation de la Montreal Light & Power, a beaucoup progressé sur le plan technique. Les francophones y sont largement majoritaires parmi les 172 ingénieurs, et ils commencent à accéder à la haute direction. Depuis 1953, Hydro-Québec s'attaque aux rivières nordiques, d'abord avec le projet de la lointaine rivière Bersimis sur la Côte-Nord.

La Manic, tel qu'envisagée en 1955, ce sera huit centrales sur deux rivières, qui produiront 5 000 MW de puissance. Le hic, c'est que, depuis l'annonce officielle du projet en 1959, on ignore encore comment amener l'énergie sur les marchés du sud du Québec !

La norme internationale en matière de transport d'énergie à haute puissance, c'est le 315 000 V. Sauf que les dirigeants d'Hydro-Québec ont vite réalisé que le projet Manic-Outardes était tellement gigantesque qu'il faudrait 30 lignes à 315 000 V pour acheminer toute cette énergie !

Comment réduire le nombre de lignes? Tout électricien, un peu familier avec les lois de la physique ondulatoire, connaît la réponse : on peut augmenter la puissance sans accroître le diamètre des câbles si on élève la tension. Mais de combien, au juste? Et à quel prix?

L'électricité, si utile soit-elle, demeure une forme d'énergie très malcommode à transporter sur de longues distances. Dès qu'on augmente le courant, les fils se mettent à chauffer et la perte d'énergie devient faramineuse. Mais, à haut voltage, les curiosités de laboratoire deviennent des problèmes quotidiens : l'air s'ionise par effet couronne (le grésillement sur les fils); la tension devient instable et se met à « galoper » (osciller); les fils s'étirent sous l'effet de la chaleur induite par le courant; les appareils sont soumis à des parasites radio, au champ magnétique terrestre, etc. Un véritable casse-tête que l'on connaît mal à l'époque, car les instruments de mesure sont peu sophistiqués; et les ordinateurs, trop lents pour réagir à des phénomènes qui se passent à une vitesse proche de celle de la lumière.

Le débat sur la haute tension a duré entre 1955 et 1962. En 1961, les dirigeants tranchent : la tension optimale sera de 525 kilovolts (525 000 V).





Le barrage Daniel-Johnson. La construction de ses 13 gigantesques voûtes aura nécessité des millions de tonnes de béton (photo de gauche). C'est aujourd'hui un monument de la Révolution tranquille.

ARCHIVES D'HYDRO-QUÉBEC/H01; PHOTO DE DROITE: HYDRO-QUÉBEC

Mais un ingénieur du Service de la planification, Jean-Jacques Archambault, est sceptique. Soirs et fins de semaine, il continue de plancher sur la question.

Jamais personne n'avait envisagé d'exploiter commercialement un voltage de 735 000 V. Le projet est risqué et ceux qui s'y opposent ont de bons arguments. La très haute tension, malgré ses avantages, placerait Hydro-Québec dans un état de dépendance à cause d'un réseau composé de très peu de lignes électriques longues et exposées aux aléas du climat. Jean-Jacques Archambault viendra cependant à bout de toutes les objections.

Mais ce débat en cache un autre sur la mission d'Hydro-Québec et l'aménagement du territoire. En effet, si le transport sur de longues distances ne s'avère ni pratique ni rentable, Hydro-Québec deviendra une version francophone d'Ontario Hydro, avec ses centrales thermiques près des lieux de consommation. On est en pleine Révolution tranquille, les États-Unis ont annoncé qu'ils iraient sur la Lune. Et la haute direction d'Hydro-Québec veut amener le Québec ailleurs. Ce sera donc le 735 000 V.

La chose sera décidée lors d'une réunion historique qui, le hasard en a voulu ainsi, se déroule deux semaines avant une autre rencontre marquante, celle du lac à l'Épaule, dans le parc de la Jacques-Cartier, au camp de pêche de Jean Lesage, qui y a réuni son cabinet pendant la fin de semaine du 4 au 5 septembre 1962 pour débattre du projet de nationalisation de l'électricité. C'est de là qu'est née l'expression « faire un lac à l'épaule » qui signifie tenir une réunion stratégique.

Car depuis l'annonce de René Lévesque, en février, toute la classe politique québécoise se crêpe le chignon, à commencer par les ministres libéraux.

Jean Lesage redoute que la nationalisation de l'électricité soit perçue comme une aventure « socialiste ». Et puis, les compagnies d'électricité ne sont-elles pas les principales contributrices aux caisses électorales des partis?

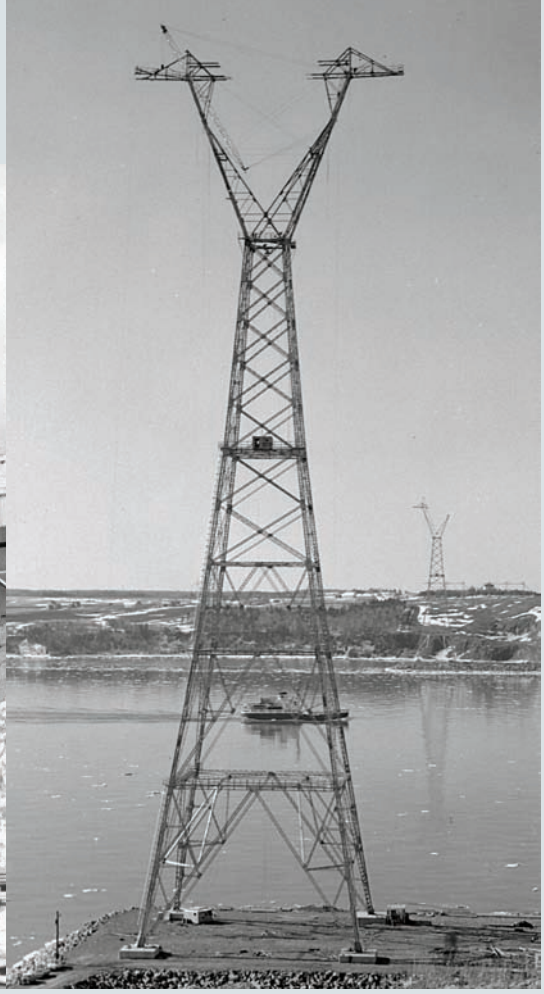
Mais René Lévesque et trois hauts fonctionnaires – André Marier, Michel Bélanger et Jacques Parizeau – multiplient les études et les démarches. Lors d'une visite dans la Grosse Pomme, un financier new-yorkais les rassurera : la nationalisation, ce n'est pas du socialisme, et Québec n'aura aucun mal à financer l'emprunt de 300 millions de dollars! La principale objection de Jean Lesage était levée.

Une partie du cabinet refuse de se rallier au projet. Jean Lesage conclut donc le lac à l'épaule en annonçant des élections avec pour principal enjeu ce projet crucial. Il les remporte le 14 novembre 1962.

Moins de six mois plus tard, le 1er mai 1963, les «11» sont fusionnées à Hydro-Québec et les Québécois sont « maîtres chez eux ». « Les barrages parlent maintenant français au Québec », écrira *La Presse.*

« La nationalisation, c'était une révolution psychologique », se souvient Bernard Landry, ancien premier ministre, alors président de l'Association des étudiants de l'Université de Montréal. Il s'apprêtait à entrer comme jeune fonctionnaire au ministère de René Lévesque :





La fameuse ligne de 735 kV à la hauteur de l'Île d'Orléans, près de Québec

Évacuateur des crues de LG-2 à la baie James, un autre ouvrage dans la tradition du gigantisme d'Hydro-Québec

ARCHIVES D'HYDRO-QUÉBEC/F05/SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES - DROITE : H01/HYDROQUÉBEC

« Ça paraît incroyable de nos jours, mais bien des gens pensaient que les francophones n'avaient aucun talent pour les affaires et ne pouvaient pas gérer un barrage. »

Lorsque le Néo-Écossais Joseph McNally est embauché dans le secteur névralgique de la normalisation de l'entretien de l'appareillage électrique à très haute tension, cela fait quatre ans que les ingénieurs d'Hydro-Québec travaillent à faire passer le 735 000 V du rêve à la réalité. « C'était une période enivrante », se souvient celui qui est ensuite devenu vice-président d'Hydro-Québec.

« Il fallait tout inventer : les instruments de mesure, les pylônes, les chariots de monteurs, les centres de commande, de contrôle et l'équipe scientifique pour y voir », raconte quant à lui André Bolduc.

Au début de 1964, on est déjà en mesure de construire une ligne expérimentale de cinq pylônes à Fabreville, à Laval. Les premières études ont permis d'établir que, pour réduire les pertes, le courant sera transporté par un faisceau de quatre fils conducteurs au lieu de trois, et que ce faisceau formera un carré d'environ 45 cm de côté. Les fils seront en aluminium et en acier. On a même breveté un système d'entretoise-amortisseur qui maintiendra l'écart optimal entre les fils malgré les ondulations provoquées par le vent et la glace.

Autre problème, les pylônes. Comme on ignorait tout de la très haute tension, on a d'abord conçu des pylônes gigantesques et lourds – pesant en moyenne 23 tonnes par kilomètre de ligne – alors qu'on en est actuellement à 6 tonnes. Certains, comme ceux permettant aux lignes d'enjamber le fleuve Saint-Laurent ou la rivière Saguenay, doivent être plus hauts que le mât du Stade olympique.

Le 29 novembre 1965, la première ligne de transport entre Manic et Lévis est prête. Deux mois plus tôt, au premier essai, le système avait flanché mais, au jour J, devant le gratin, tout est en ordre : le concept choisi en 1962 était le bon.

Grâce à toutes les connaissances acquises, Hydro-Québec est en mesure, en 1967, de créer son prestigieux Institut de recherche en électricité (IREQ) – le plus important du genre en Amérique. Son premier mandat était de régler les problèmes d'Hydro-Québec en distribution, en production, en construction et en environnement. Mais surtout, au départ, on y consacrera beaucoup de temps au transport. Car cette technologie est encore loin d'être maîtrisée.

Sur la carte de la rivière Manicouagan, on peut observer les centrales de Manic 1, 2, 3 et 5, mais il manque toujours Manic 4, à cause d'une erreur de calcul. Pendant la construction, on s'est aperçu que Manic 4 empièterait sur le réservoir de Manic 3 et que Manic 5 aurait les pieds dans l'eau.

À l'époque, les ingénieurs travaillent encore

avec la règle à calculer; les ordinateurs sont rares et peu puissants. On imagine donc le défi de gérer un réseau à très haute tension largement expérimental, alors que les outils informatiques pour le contrôler sont encore primitifs. Heureusement, Hydro-Québec maîtrise l'usage des ondes téléphoniques dans son réseau électrique depuis 1954 et peut, dès 1962, faire de la télémesure et gérer des opérations par télécommande.

« Comme tout était assez expérimental, nous avions des problèmes venant de phénomènes inconnus ou mal maîtrisés. Parfois, c'était un défaut de conception et de contrôle de qualité», rappelle Joseph McNally qui cite le cas des disjoncteurs. Ces appareils permettent de couper le courant en séparant physiquement deux connecteurs. Plus la tension est élevée, plus l'écart physique devrait être prononcé, ce qui supposerait une très grande force mécanique et une extrême rapidité. Les ingénieurs jugent qu'il est plus pratique de couper le courant en plusieurs points simultanément et d'injecter de l'air comprimé dans le disjoncteur – l'air est un excellent isolant. « Heureusement, Hydro-Québec avait pris la sage décision d'équiper chaque ligne de deux disjoncteurs à chaque extrémité, mais des disjoncteurs de compagnies différentes. Et, effectivement, cette redondance s'est avérée payante, puisque nous avons éprouvé des problèmes avec les disjoncteurs d'un fournisseur », se souvient M. McNally.

Le transport à 735 000 V créait toutes sortes de problèmes nouveaux qu'Hydro-Québec mettra 10, 20, voire 30 ans à résoudre. À commencer par les « réactances ». Tout le monde comprend la résistance électrique, c'est ce qui permet à une ampoule d'éclairer. Mais les ingénieurs sont familiers avec d'autres phénomènes comme l'inductance et la capacitance. Or, dans un système à courant alternatif, il y a un léger décalage entre la résistance, l'inductance et la capacitance : c'est la réactance, qui peut déstabiliser le réseau et griller des appareils si elle est mal contrôlée. C'est d'ailleurs ce phénomène qui provoquera la très grande panne du nord-est américain de 2003, à laquelle échappera Hydro-Québec.

La société d'État doit aussi apprendre à gérer les phénomènes naturels qui perturbent les lignes à haute tension. Les parasites radio peuvent interférer dans les télécommunications et la commande du réseau. La fumée des feux de forêt ionise l'air, ce qui réduit sa qualité d'isolation et provoque des arcs entre les fils. Et les éruptions solaires influencent le champ magnétique, ce qui peut induire un courant continu qui déstabilise les lignes à courant alternatif. Le 13 mars 1989, une éruption solaire plus sévère que les autres provoquera même une panne générale du réseau !

Cette interruption sera d'ailleurs la dernière grande panne générale d'Hydro-Québec. Tous les Québécois âgés de plus de 25 ans se rappellent d'au moins quelques grandes pannes de réseau. Il y en a eu une dizaine pendant les 16 premières années d'exploitation du réseau à haute tension, sans compter les innombrables pannes sectorielles. Après une accalmie entre 1982 et 1988, Hydro-Québec essuiera même trois grandes pannes sur une période de 11 mois en 1988-1989. La première de cette série noire, en avril 1988, interrompra même un match des séries éliminatoires opposant les Canadiens aux Bruins. Le hasard voudra que ces pauvres Bruins soient encore à Montréal en novembre 1988 pour la deuxième panne, encore en plein match de hockey !



La dernière, celle de 1989, provoquera d'ailleurs une remise en question chez Hydro-Québec qui admettra qu'elle n'a pas investi suffisamment dans l'entretien des équipements – crise économique oblige. Mais après quelques centaines de millions de dollars d'investissements, le réseau d'Hydro-Québec atteindra une telle stabilité que même la tempête de verglas de 1998, qui détruira presque tout le réseau de haute tension autour de Montréal, ne provoquera pas de panne généralisée – ce qui aurait été inimaginable 10 ans plus tôt.

Les lignes à haute tension, si elles ont l'avantage de nécessiter moins de filage et donc d'engendrer moins de pertes énergétiques comportent cependant un défaut de taille : elles sont dépendantes des variations de la météo. Le Québec est un territoire immense dont la superficie est égale à trois fois et demie celle de la France. Les gestionnaires de réseau doivent donc composer avec d'innombrables orages, coups de foudre, incendies de forêt, éruptions solaires et autres verglas.

Le grand public est familier avec ce problème depuis la fameuse crise de 1998. Si les accumulations de 75 mm étaient inusitées dans la région de Montréal, c'était néanmoins un phénomène connu des ingénieurs. « À la fin des années 1960, dans un secteur reculé de la Côte-Nord, on a vu des accumulations de 30 cm qui ont complètement écrasé les installations dans des régions isolées, se souvient Joseph McNally. La première fois, les experts sur place ont constaté qu'aucun arbre n'avait plus de 80 ans, ce qui veut dire que le phénomène pouvait



JACQUES BOISSINOT/LA PRESSE CANADIENNE

Image surréaliste? Les pylônes tordus sous le poids du verglas. Nous sommes en janvier 1998.

se répéter. » Hydro-Québec a donc dû apprendre à évaluer le parcours en tenant compte de l'opinion des biologistes et des climatologues, autant que des arpenteurs.

Le transport de l'énergie à très haute tension a transformé la province. D'abord parce qu'Hydro-Québec a pu jouer un rôle de premier plan dans l'aménagement du territoire québécois, surtout dans ses parties les plus isolées. Mais aussi parce que le Québec a pu se poser très différemment la question du nucléaire, un débat récurrent entre 1960 et 1976.

Les ingénieurs d'Hydro-Québec ont compris très tôt que le 735 000 V permettrait de repousser loin au nord les limites des projets réalisables. Dès 1963, cette technologie changeait toute la donne dans l'évaluation du projet de Churchill Falls, à 1 400 km de Montréal, dans le Labrador – un projet jugé trop aventureux à cause de la distance.

« Churchill Falls était un site splendide : un dénivelé assurant un maximum de puissance, un débit ahurissant garantissant un flux d'énergie constant et un excellent roc pour ancrer l'ouvrage », évoque André Bolduc. Or, les Terre-Neuviens sont incapables de financer eux-mêmes ce projet de 900 millions de dollars, et les bailleurs de fonds ne veulent rien savoir. Finalement, en 1969, après des années de tractations difficiles, Hydro-Québec accepte de financer le projet et d'acheter 90 % des 5 400 MW produits – le contrat demeurera en vigueur jusqu'en 2041.

Le même raisonnement se posera quelques années plus tard quand viendra le temps d'envisager le projet de la baie James, et encore de nos jours avec le Plan Nord. Grâce au transport à très haut voltage, le Québec a pu devancer l'aménagement de vastes territoires de 50, voire 100 ans.

Le transport à 735 000 V a permis à Hydro-Québec de résister longtemps aux sirènes de l'énergie nucléaire qu'un influent groupe au sein de la société prônait depuis les années 1950 et qui était alors fortement encouragé par le gouvernement fédéral.

En 1965, Hydro-Québec accepte de lancer le projet d'une centrale nucléaire expérimentale, Gentilly-1. En 1972, la société d'État construit Gentilly-2. C'est une police d'assurance que prend la direction d'Hydro-Québec : le projet de la baie James est très controversé et très aventureux, et la prudence dicte de se faire la main sur le nucléaire, à l'époque jugé sécuritaire.

Le débat demeurera passionné jusqu'au milieu des années 1970. Ils sont nombreux, particulièrement au sein du Parti québécois, à s'opposer à la baie James et à prôner la filière nucléaire. En premier lieu, Jacques Parizeau, qui ironise dans *Le Devoir*: « Ce n'est pas parce qu'il y a une rivière canadienne-française et catholique qu'il faut absolument mettre un barrage dessus. » Mais malgré les vœux du futur premier ministre, Hydro-Québec préférera toujours l'hydraulique – à cause de sa facilité de transport. « Jacques Parizeau avait raison sur bien des choses, mais il se trompait sérieusement sur le nucléaire », dit Bernard Landry, qui rappelle que le Parti québécois s'est montré très favorable au projet de la baie James et contre le nucléaire, après son accession au pouvoir en 1976.

Il faut dire que le nouveau premier ministre d'alors s'appelait René Lévesque…



Sortie de terrain à l'Université rurale québécoise (URQ) en côte-du-Sud, 2007. Photo : Pilar Macias

Thématiques de recherche au DESS, à la maîtrise et au doctorat en développement régional

- L'éolien et l'attractivité touristique
- Les défis des communautés côtières à l'heure des changements climatiques
- L'impact du retour des nouveaux retraités sur les prix immobiliers en région
- Les coopératives forestières en contexte autochtone

uqar.ca/developpement

UQAR