

La centrale nucléaire Gentilly-1 : la trajectoire imprévisible d'une innovation technologique avortée

Yves Gingras et Mahdi Khelifaoui

Volume 67, numéro 1, été 2013

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1026616ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1026616ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Institut d'histoire de l'Amérique française

ISSN

0035-2357 (imprimé)

1492-1383 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Gingras, Y. & Khelifaoui, M. (2013). La centrale nucléaire Gentilly-1 : la trajectoire imprévisible d'une innovation technologique avortée. *Revue d'histoire de l'Amérique française*, 67(1), 57–81.
<https://doi.org/10.7202/1026616ar>

Résumé de l'article

Dans cet article, nous étudions l'histoire de Gentilly-1, premier réacteur nucléaire à avoir été mis en opération au Québec, un projet technologique conjoint entre Hydro-Québec et Énergie Atomique du Canada Limitée. Nous nous intéressons particulièrement aux processus qui ont influé sur la trajectoire de ce grand projet technologique, de la décision, prise en 1965, de construire un réacteur nucléaire à eau légère bouillante, jusqu'à sa fermeture définitive en 1981. Nous montrons l'importance des facteurs politiques et économiques dans les diverses finalités assignées au réacteur avant son arrêt définitif. La décision d'interrompre le fonctionnement du réacteur nucléaire ne peut en effet s'expliquer uniquement par des facteurs techniques. Suivre l'évolution graduelle du projet technologique de Gentilly-1 met en évidence le caractère contingent de nombreuses décisions prises au fil du temps et l'entrecroisement de facteurs de nature technique, économique et politique.

La centrale nucléaire Gently-1 : la trajectoire imprévisible d'une innovation technologique avortée

YVES GINGRAS
Département d'histoire, UQAM
MAHDI KHELFAOUI
CIRST, UQAM

RÉSUMÉ • Dans cet article, nous étudions l'histoire de Gently-1, premier réacteur nucléaire à avoir été mis en opération au Québec, un projet technologique conjoint entre Hydro-Québec et Énergie Atomique du Canada Limitée. Nous nous intéressons particulièrement aux processus qui ont influé sur la trajectoire de ce grand projet technologique, de la décision, prise en 1965, de construire un réacteur nucléaire à eau légère bouillante, jusqu'à sa fermeture définitive en 1981. Nous montrons l'importance des facteurs politiques et économiques dans les diverses finalités assignées au réacteur avant son arrêt définitif. La décision d'interrompre le fonctionnement du réacteur nucléaire ne peut en effet s'expliquer uniquement par des facteurs techniques. Suivre l'évolution graduelle du projet technologique de Gently-1 met en évidence le caractère contingent de nombreuses décisions prises au fil du temps et l'entrecroisement de facteurs de nature technique, économique et politique.

ABSTRACT • This paper examines the history of Gently-1, the first nuclear reactor operated in Québec as a joint technological venture between Hydro-Québec and Atomic Energy of Canada Limited. We are particularly interested in the factors that have influenced the course of this major technological project from the decision in 1965 to build a boiling light water nuclear reactor until its final closure in 1981. We show the importance of political and economic factors in the various objectives assigned to the reactor before its final closure. The decision to interrupt the operation of the nuclear reactor cannot be explained by purely technical factors. By following the gradual evolution of the Gently-1 technological project, we highlight the contingent nature of many decisions taken over time and the intersection of technical, economic and political factors.

L'histoire des sciences et des technologies s'est longtemps concentrée sur l'analyse des innovations majeures, donc réussies, et emblématiques de l'idée de progrès¹. Se limiter à l'analyse des succès technologiques fait cependant perdre de vue que les décisions de s'engager dans une trajectoire technologique plutôt qu'une autre se fondent toujours sur des connaissances nécessairement limitées et sur des modèles de prévision qui, bien que parfois sophistiqués, ne sont jamais infaillibles. Ce n'est qu'assez récemment que les historiens se sont penchés sur la notion d'« échec technologique » de façon critique. De nombreux travaux ont en effet montré que les facteurs menant aux échecs technologiques sont, le plus souvent, autant de nature technique que socio-économique. Et que des « succès » technologiques peuvent très bien être ignorés ou abandonnés pour des raisons politiques ou économiques². L'inverse est également vrai puisque des innovations technologiques, initialement considérées comme des « échecs », peuvent ressurgir plus tard ou à d'autres endroits et s'imposer comme des « succès », à la lumière d'une conjoncture économique favorable ou d'un nouveau contexte social³. Ainsi, la prise en compte du contexte spatial et temporel dans le processus d'innovation technologique met rapidement en relief les limites de l'usage absolu et dichotomique des notions d'échec et de réussite dans l'histoire des technologies. Dans sa revue critique de ces notions, Graeme Gooday souligne bien que la signification qui leur est attribuée dépend également du point de vue adopté par les différents groupes d'acteurs impliqués dans le développement d'une technologie, qu'ils en soient les concepteurs, les financiers ou les usagers⁴.

Dans cet article, nous étudions l'histoire du premier réacteur nucléaire à avoir été mis en opération au Québec, Gentilly-1. Nous nous intéressons

1. Les auteurs tiennent à remercier les évaluateurs de la revue pour leurs commentaires utiles.

2. Voir notamment : Ian Slater, « To Market, to Market : Canadian Nuclear Industry and the Case of the Nuclear Battery », *Journal of Canadian Studies*, 46 (hiver 2012) : 75-111 ; Ian Slater, « The Taegeukgi and the Maple Leaf : The pursuit of South Korean Export Markets by Atomic Energy Canada Limited », *Scientia Canadensis*, 32, 2 (2009) : 47-79 ; Tom Petersson, « Facit and the BESK Boys : Sweden's Computer Industry (1956-1962) », *IEEE Annals of the History of Computing*, 27, 4 (2005) : 23-30 ; Kenneth Lipartito, « Picturephone and the Information Age. The Social Meaning of Failure », *Technology and Culture*, 44, 1 (janvier 2003) : 50-81 ; Patrick McCray, « What Makes a Failure? Designing a New National Telescope, 1975-1984 », *Technology and Culture*, 42, 2 (avril 2001) : 265-291 ; Gregory Kunkle, « Technology in the Seamless Web : "Success" and "Failure" in the History of the Electron Microscope », *Technology and Culture*, 36, 1 (janvier 1995) : 80-103.

3. Hugh Torrens, « A Study of "Failure" with a "Successful Innovation" : Joseph Day and the Two-Stroke Internal Combustion Engine », *Social Studies of Science*, 22, 2 (mai 1992) : 245-262.

4. Graeme Gooday, « Re-writing the Book of Blots' : Critical Reflections on Histories of Technological "Failure" », *History and Technology*, 14, 4 (1998) : 265-291.

particulièrement aux processus qui ont guidé la trajectoire de ce grand projet technologique, depuis la décision, prise en 1965, de construire le premier réacteur nucléaire canadien à eau légère bouillante (BLW)⁵, jusqu'à celle, prise en 1981, de le mettre définitivement à l'arrêt. L'analyse de la trajectoire de ce projet permet de mettre en évidence le caractère contingent des multiples décisions prises au fil du temps qui étaient rarement prévisibles d'avance, étant donné la multitude des facteurs techniques, économiques et politiques intervenant de façon souvent inextricable dans de tels processus décisionnels.

L'aventure technologique conjointe d'Hydro-Québec (HQ) et d'Énergie atomique du Canada Limitée (ÉACL) n'aura permis au réacteur Gentilly-1 de produire de l'électricité que durant 184 jours, soit à peine six mois. Cette étude de cas permet aussi de faire ressortir le caractère relatif de la notion d'« échec technologique ». En replaçant le projet BLW dans l'ensemble des efforts de recherche et de développement d'ÉACL et d'HQ, nous pourrions en effet mieux comprendre le sens variable accordé à cette innovation technologique par les différents acteurs impliqués dans ce projet de construction. Nous verrons ainsi que les facteurs proprement technologiques invoqués pour mettre fin au projet BLW ne sont en fait ni les seuls ni les plus déterminants pour expliquer cette décision.

Après avoir rappelé le contexte dans lequel les dirigeants d'Hydro-Québec ont été amenés à discuter avec leurs homologues à ÉACL l'idée de construire un réacteur nucléaire au Québec au milieu des années 1960, nous analyserons les choix techniques qui ont été retenus et les problèmes imprévus qui sont apparus et que les ingénieurs ont tenté de surmonter. On verra ensuite comment les responsables du projet ont tenté de sauver Gentilly-1 en lui trouvant de nouvelles fonctions qui auraient permis d'éviter la conclusion qu'il s'agissait finalement d'un échec technologique.

LE PROJET BLW AU SEIN D'ÉACL

C'est au cours des années 1950 que la possibilité de produire de l'électricité à partir de la fission nucléaire devient une option technologiquement plausible. On commence alors à considérer que l'énergie nucléaire peut devenir une source d'électricité qui viendra s'ajouter, sans les remplacer, au charbon, au mazout et aux sources hydrauliques. Le discours intitulé « Atoms for Peace », tenu au siège des Nations Unies en décembre 1953

5. BLW pour Boiling Light Water. Nous appellerons indifféremment ce projet BLW, Gentilly ou G-1.

par le président américain Dwight Eisenhower et le programme du même nom destiné à encourager et à financer le développement des applications civiles de l'atome⁶, annoncent les débuts de l'industrie électronucléaire à l'échelle internationale. La maîtrise de l'atome est vue, de façon générale, comme un symbole de progrès technologique et de prospérité économique contribuant à une représentation identitaire positive⁷.

Au Canada comme aux États-Unis, en France ou en Angleterre, les réacteurs nucléaires sont perçus, notamment dans les milieux politiques et d'affaires, comme la technologie de l'avenir en matière énergétique. En témoigne le discours intitulé «Atomic Energy as a Potential Source of Power», adressé, dès février 1951, au cercle d'hommes d'affaires du Canadian Club of Montreal par C. J. Mackenzie, alors président du Conseil National de la Recherche (CNR) et de la Commission de Contrôle de l'Énergie Atomique (CCÉA)⁸. Un an plus tard, en janvier 1952, une première série de rencontres est organisée entre le même Mackenzie et plusieurs hauts dirigeants de la Hydro-Electric Power Commission of Ontario⁹. Les discussions portent alors sur la possibilité d'exploiter, dans la décennie à venir l'énergie nucléaire dans cette province. Mackenzie écrit au sujet de ces rencontres :

*We all agreed that if it were possible to have commercial-sized power plants feeding primary power into the Ontario grid by 1962, it would be a great thing for all concerned*¹⁰.

Cette volonté politique d'exploiter le potentiel commercial de l'énergie électronucléaire se concrétise encore plus avec la création, le 1^{er} avril 1952, d'ÉACL, dont le but est justement de développer et de commercialiser la filière des réacteurs CANDU de conception canadienne. Cette filière trouve sa source contingente dans la participation canadienne au programme de recherche canado-américano-britannique visant la mise au point d'un réacteur nucléaire durant la Deuxième Guerre mondiale. Conçu par une équipe de chercheurs, surtout européens, réunis dans le laboratoire secret de l'Université de Montréal au début des années 1940, le réacteur à eau lourde et à uranium naturel ZEEP (Zero Energy

6. Au sujet des répercussions du discours «Atoms for Peace», voir : Ira Chernus, *Eisenhower's Atoms for Peace* (College Station, Texas A&M University Press, 2002).

7. L'exemple de la France est à ce propos emblématique. Voir : Gabrielle Hecht, *The Radiance of France : Nuclear Power and National Identity after World War II* (Cambridge, MIT Press, 1998).

8. Wilfried Eggleston, *Canada's Nuclear Story* (Londres, Harrap, 1965), 306.

9. *Ibid.*, 308.

10. *Id.*

Experimental Pile) a fonctionné pour la première fois en 1946. Construit à Chalk River, en Ontario, il fut le premier réacteur nucléaire mis au point à l'extérieur des États-Unis¹¹. Une fois la guerre terminée, le gouvernement canadien confie à ÉACL le mandat de développer cette technologie originale, les réacteurs américains étant plutôt à eau légère et à uranium enrichi.

En 1955, W. B. Lewis¹², directeur de la branche recherche et développement d'ÉACL, réalise une étude évaluant la possibilité de produire de l'électricité d'origine nucléaire à des prix compétitifs, en particulier par rapport à l'électricité issue du charbon. Même s'il conclut que les coûts associés à la construction d'un réacteur électronucléaire à grande échelle sont encore difficiles à quantifier et que les techniques de manipulation de matériaux radioactifs ne sont pas encore au point, il suggère néanmoins qu'en commençant par construire des réacteurs :

which are small but not of insignificant capacity and by facing the problems of their operation as they arise, we shall gain the experience necessary to give backing to forecast estimates¹³.

À la fin des années 1950, même si les Américains ont déjà pris de l'avance avec leurs réacteurs à eau légère, ÉACL croit qu'elle est toujours dans la course pour la conquête des marchés de l'énergie, surtout de son marché intérieur, appelé à croître fortement selon les prévisions de consommation futures d'électricité. Selon ces prévisions, la demande canadienne en électricité devrait continuer à progresser à un taux moyen de 5,5 à 7% pendant au moins 20 ans, à partir de 1962. La capacité totale à la fin de 1962 étant de 26 millions de kilowatts (kW), ce qui est prévu pour 1982 est de l'ordre de 75 à 100 millions de kW. De cette dernière fourchette, 10 à 20 millions de kW devraient provenir du nucléaire¹⁴. L'abondante disponibilité d'uranium naturel dans le sous-sol canadien est également un facteur qui encourage le développement de la filière éner-

11. Luc Chartrand, Raymond Duchesne et Yves Gingras, *Histoire des sciences au Québec* (Montréal, Boréal, 2008), 442-446.

12. Sur la carrière scientifique et technique de W. B. Lewis au sein d'ÉACL et son influence sur le développement du programme nucléaire canadien, voir Ruth Fawcett, *Nuclear Pursuits: The Scientific Biography of Wilfrid Bennett Lewis* (Montréal et Kingston, McGill-Queen's University Press, 1994).

13. W. B. Lewis, *Possibilities of Generating Atomic Electric Power at Competitive Rates*, rapport technique ÉACL, DL-17, avril 1955. Une première évaluation, moins détaillée, du coût associé à la production d'électricité d'origine nucléaire avait déjà été réalisée par Lewis en août 1951. Voir: W. B. Lewis, *An Atomic Power Proposal*, rapport technique ÉACL, DR-18, août 1951.

14. W. B. Lewis et al., *Power Reactor Development Evaluation*, rapport technique ÉACL, AECL-1730, mai 1963.

gétique nucléaire. Le rapport annuel d'ÉACL pour l'année 1957-1958 mentionne à ce sujet :

qu'en employant l'énergie nucléaire comme source d'électricité dans les régions où les gisements de combustibles classiques font défaut, on n'aura pas besoin d'importer ces combustibles. Comme le Canada possède de grandes quantités d'uranium naturel, il est certain que sa balance commerciale en bénéficierait¹⁵.

D'ailleurs, le gouvernement fédéral prendra toutes les mesures mises à sa disposition pour favoriser la technologie développée par ÉACL.

Depuis le milieu des années 1950, le programme d'ÉACL en matière d'énergie nucléaire est déjà orienté vers le concept HWR et plus particulièrement vers la technologie PHW¹⁶. Cette orientation aboutit, en juin 1962, à la mise en service à Rolphton, à 200 km au nord-ouest d'Ottawa, d'un réacteur prototypique de 20 mégawatts électriques (MWe), refroidi et modéré à l'eau lourde, le Nuclear Power Demonstration (NPD). Ce dernier sera suivi de Douglas Point, prototype de même type mais doté d'une puissance de 200 MWe, mis en service en 1968 à Kinkardine, à 220 km au nord-ouest de Toronto. Le NPD et Douglas Point sont considérés comme des bancs d'essai pour la construction future des centrales PHW de Pickering A et B sur les rives du lac Huron, à l'est de Toronto. Le NPD a été en fonction de 1962 à 1987. Après avoir été couplé au réseau les premières années, il a par la suite plutôt servi de réacteur expérimental. Pour sa part, Douglas Point a souffert de plusieurs problèmes d'opération entre 1968 et 1971. Son exploitation jugée trop coûteuse, ÉACL le mettra à l'arrêt en 1984.

Malgré les efforts importants consentis en recherche et développement sur le PHW, des problèmes importants persistent, notamment celui des fuites d'eau lourde. De l'avis de certains experts au sein d'ÉACL, ces problèmes auraient nécessairement un impact sur les clients potentiels de la technologie canadienne :

15. ÉACL, rapport annuel 1957-1958, 5.

16. Le terme HWR, pour *Heavy Water Reactor*, est générique en ce sens qu'il fait référence à la famille des réacteurs nucléaires modérés à l'eau lourde. Celle-ci se différencie des familles de réacteurs modérés à l'eau légère, entre autres, par son emploi de l'uranium naturel comme combustible, ce qui lui confère l'avantage d'éliminer l'étape industrielle de l'enrichissement. Le PHW, pour *Pressurized Heavy Water*, est une variante dans cette famille : il est modéré à l'eau lourde et refroidi à l'eau lourde pressurisée. Les réacteurs de Pickering, en Ontario, sont des PHW. Le BLW, pour *Boiling Light Water*, quant à lui, est un HWR mais refroidi à l'eau légère. Pour l'histoire des débuts d'ÉACL, voir les premiers chapitres du livre de Robert Bothwell, *Nucleus. The History of Atomic Energy of Canada Limited* (Toronto, University of Toronto Press, 1988).

The cost of heavy water accounts for about .35mills/kWh of the unit cost of energy from a 500 MWe nuclear plant. Additionally, heavy water risk is a prime criticism of our plants. Development work leading to reduction in the cost of heavy water could be very profitable¹⁷.

C'est dans le but de contourner ces problèmes qu'ÉACL entrevoit, vers la fin des années 1950, la possibilité de s'engager, simultanément au volet PHW, dans la recherche d'autres concepts permettant de diminuer les coûts. Comme le rappellera, en 1968, Lee Haywood, vice-président des laboratoires nucléaires de Chalk River, pour les ingénieurs, le BLW deviendra l'option la plus intéressante, l'autre étant l'OCR¹⁸ :

The conception of Gentilly really dates back to about 1958. When we were beginning to seek out the means by which the capital cost of the CANDU type reactor could be reduced. This activity gave rise to the identification of a few alternative concepts ; the only important difference having to do with the coolant. The two coolants that survived the initial assessment and warranted further consideration were an organic fluid and boiling light water¹⁹.

Dès 1962, une étude sur la conception d'un réacteur BLW d'une puissance de 450 MWe est préparée par une équipe d'ingénieurs au sein d'ÉACL dont fait partie George A. Pon, futur directeur de la conception du réacteur Gentilly-1²⁰. Par rapport au PHW, le concept BLW paraît séduisant à l'époque pour plusieurs raisons. Le cycle direct, qui permet d'envoyer la vapeur produite vers la turbine sans avoir recours à des échangeurs de chaleurs, serait beaucoup moins compliqué et permettrait d'importantes économies de matériaux, de temps de conception et de construction. Ensuite, l'utilisation de l'eau dite légère dans le système de caloportage (ou de refroidissement) le rendrait à la fois plus économique et plus attrayant pour les acheteurs éventuels. Ces derniers dépendraient en effet moins du besoin en eau lourde et des pays qui en produisent. Les problèmes de sécurité liés à l'utilisation de grandes quantités d'eau lourde

17. Archives ÉACL, 1615-P1 PRDPEC, lettre de L. R. Haywood à T. G. Church, vol. 2, 14 avril 1964.

18. L'OCR, pour *Organic Cooled Reactor*, est un type de HWR refroidi par des composés organiques. Le réacteur organique de recherche WR-1 de 40 mégawatts thermiques a été conçu par ÉACL et construit par Canadian General Electric (CGE) à Whiteshell, au Manitoba. Le WR-1 est entré en opération le 1^{er} novembre 1965 et a été mis hors service le 17 mai 1985. Voir : D. G. Hurst, dir., *Canada Enters the Nuclear Age: A Technical History of Atomic Energy of Canada Limited as Seen from its Research Laboratories* (Montréal, McGill-Queen's University Press, 1997), 325-332.

19. L. R. Haywood, *The Role of AECL Laboratories*, rapport technique ÉACL, AECL-3067, avril 1968, 36.

20. Chalk River Staff, *Natural Uranium Boiling Light Water Reactor Study 450 MW(e)*, rapport technique ÉACL, ARE-9, décembre 1962.

et aux inévitables fuites seraient également largement circonscrits²¹. Notons au passage que le fait d'utiliser de l'eau légère dans le caloporteur ne supprimait pas le recours à l'eau lourde dans le concept BLW puisque le réacteur restait modéré à l'eau lourde. Le développement du concept BLW ne relevait donc pas d'une volonté de se doter d'une filière proche de la filière américaine mais d'éliminer les fuites d'eau lourde dans le caloporteur qui rendait l'exploitation du PHW coûteuse.

Également, le projet BLW est alors une option sérieuse parce qu'il est tout à fait intégré à un système de connaissances et d'expériences bien maîtrisé par ÉACL, comme le note G. A. Pon en 1963 : « We feel that light-water-cooled reactors are a natural and logical development of the CANDU [PHW] concept²². » Sur papier, la conception des grappes de combustible du BLW s'inspire fortement de celle du PHW et des tests d'irradiation de grappes BLW dans une boucle d'eau légère du NRU en 1964 viennent en confirmer la faisabilité. De plus, ÉACL reçoit également confirmation de la part des fournisseurs du combustible du PHW que celui du BLW, à quelques changements près, pourrait être fabriqué sur les mêmes lignes de production²³.

Malgré la portée socio-économique et la rationalité scientifique et technique justifiant la mise en œuvre du projet Gentilly-1 et malgré les avantages de la technologie du BLW expliquant le choix d'ÉACL, on ne doit pas oublier que cette technologie était assez peu développée et donc toujours incertaine. Le projet BLW revêt donc un caractère évident de recherche et de développement expérimental. Gentilly-1 est en somme l'équivalent fonctionnel du NPD ontarien.

En effet, bien que certaines études aient démontré, à la fin des années 1950 et au début des années 1960, la faisabilité scientifique du concept BLW, notamment dans des boucles des réacteurs de recherche de Chalk River ainsi qu'à l'Université Columbia aux États-Unis dans le cadre d'une entente canado-américaine²⁴, la question du contrôle de la stabilité d'un réacteur BLW reste en suspens en raison de la valeur de son coefficient de réactivité du vide. Dans les réacteurs de type CANDU, la valeur de ce coefficient est positive. Tant qu'il est maintenu à une valeur suffisamment

21. D. G. Hurst, dir., *op. cit.*, 319-320.

22. G. A. Pon, *Light-Water-Cooled Heavy-Water-Moderated Natural-Uranium Power Reactor*, rapport technique ÉACL, AECL-1807, septembre 1963, 67.

23. D. G. Hurst, *op. cit.*, 321.

24. Les résultats des expériences menées à l'Université de Columbia sont donnés dans B. Matzner et al., « Experimental Critical Heat Flux Measurements Applied to a Boiling Reactor Channel », *The American Society of Mechanical Engineering 1966 Annual Meeting*, 2-11.

basse, comme c'est le cas dans les réacteurs de type PHW, les problèmes d'instabilité dans le contrôle de la puissance du réacteur sont circonscrits. Mais dans les réacteurs de type BLW, la valeur positive du coefficient de réactivité du vide semble trop élevée pour éviter ce genre de problèmes. Cette préoccupation est ainsi résumée :

it is essential that problem of control and stability be studied. These problems are much more important than in CANDU-PHW reactors because of the large coolant reactivity effect and rapid change in reactivity and heat transfer under boiling conditions²⁵.

Cependant, on demeure optimiste quant à la résolution de ce problème :

These light-water-cooled reactors have a positive void coefficient [...] At present time, we do not feel that this is a major feasibility problem as the NRX has operated satisfactorily with a positive void coefficient²⁶.

C'est pourquoi, un comité d'ÉACL, chargé d'étudier la faisabilité d'un réacteur BLW, recommande en février 1965 la construction d'un prototype de 250 MWe

[that] will provide a sufficiently large array of fuel channel suitable for large power reactor to explore hydraulic, heat transfer, fuel performance, control question, and economics realistically²⁷.

Le travail de développement qui reste à faire pour s'assurer de la faisabilité du concept et parvenir à un design satisfaisant est encore important, notamment en ce qui concerne le contrôle de la réactivité et le transfert de chaleur. Le caractère de prototype est d'autant plus évident que, comme Lewis le souligne au président d'ÉACL J. L. Gray : « some reduced capacity operation and a few extended outages for improvement during the early life of the plant are to be expected²⁸ ». Le projet G-1 intègre donc des facteurs économiques, commerciaux autant que scientifiques et techniques. Les avantages potentiels pour ÉACL et le Canada feront en sorte que les décideurs, selon la conjoncture économique, seront forts patients avec un projet qui, dès le départ, connaîtra d'importantes difficultés.

25. Archives ÉACL, mémo de D. G. Hurst à W. B. Lewis, 15 février 1965.

26. G. A. Pon, *Light-Water-Cooled Heavy-Water-Moderated Natural-Uranium Power Reactor*, rapport technique ÉACL, AECL-1807, septembre 1963, 67. Voir également : G. A. Pon, *CANDU-BLW-250 Progress Report*, rapport technique ÉACL, AECL-2254, août 1966, 7.

27. Archives ÉACL, lettre de W. B. Lewis à L. Gray, 5 février 1965, 1.

28. *Ibid.*, 3-4.

L'ENTRÉE D'HYDRO-QUÉBEC DANS LA FILIÈRE NUCLÉAIRE

C'est en 1963 qu'Hydro-Québec devient une des plus importantes sociétés publiques en matière de production et de vente d'électricité au Canada²⁹. Devenue un élément majeur de la politique énergétique québécoise, la société d'État doit planifier à long terme et envisager toute possibilité de développement de son potentiel de production. Cela est d'autant plus important que la demande d'électricité est appelée à croître. Le rapport annuel de 1963 est clair à ce sujet :

Les ingénieurs étudient constamment les développements des sources alternatives d'énergie, comme l'énergie thermo-électrique, etc. Si l'avancement de la science prouve que les nouvelles techniques sont plus avantageuses, l'Hydro-Québec assumera comme elle l'a fait dans le passé son rôle de chef de file³⁰.

La nomination, en 1963, de Jean-Claude Lessard, président d'Hydro-Québec, au bureau des directeurs d'ÉACL est le premier pas par lequel la société d'État s'engage dans l'aventure nucléaire. Cette nomination rompt avec l'attitude qu'elle observait depuis 1954, alors qu'elle s'était retirée du conseil d'administration d'ÉACL pour des raisons de conflit fédéral-provincial au sujet des compétences en matière d'énergie et de richesses naturelles. À l'époque, le représentant d'Hydro-Québec, René Dupuis, s'était opposé à ce qu'ÉACL signe une entente officielle de collaboration avec Ontario-Hydro, considérant que la production d'énergie était de ressort provincial. Le conseil d'administration d'ÉACL ayant entériné l'entente, Dupuis démissionna sur-le-champ, moins d'un an après sa nomination³¹. ÉACL avait donc tout intérêt à agir diplomatiquement pour renouer ses liens avec Hydro-Québec.

L'intérêt de la société d'État envers l'énergie nucléaire ne se limite pas à un simple retour au conseil d'administration d'ÉACL. En effet, en octobre 1963, la Canadian General Electric (CGE) insiste auprès de Lessard afin qu'il lui permette de présenter sa vision et des propositions portant sur la production d'électricité à partir de l'énergie nucléaire. Le 14 novembre 1963, J. L. Olsen et N. L. Williams de CGE rencontrent D. M. Farnham, ingénieur en chef d'HQ, et lui proposent de participer à une étude visant à établir « an

29. Clarence Hogue, André Bolduc et Daniel Larouche, *Québec : un siècle d'électricité* (Montréal, Libre Expression, 1979), 261-298 ; Stéphane Savard, *Hydro-Québec et l'État québécois, 1944-2005* (Québec, Septentrion, 2013).

30. HQ, rapport annuel 1963, avril 1964, 8.

31. R. Bothwell, *op. cit.*, 391.

up-to-date standard Canadian design³²», étude pour laquelle la contribution financière d'ÉACL est sollicitée, mais non celle d'HQ. Les représentants de CGE soulignent de plus que le gouvernement fédéral consentirait plus facilement au financement d'une telle étude si une autre province que l'Ontario était impliquée³³.

Le design proposé par CGE se révèle effectivement basé sur le concept canadien de réacteur nucléaire, modéré et refroidi à l'eau lourde, mais avec la particularité que le cœur du réacteur serait immergé dans de l'eau légère, laquelle ferait office d'écran biologique en lieu et place du béton³⁴. C'est sur la base de ce design qu'HQ et CGE s'entendent pour procéder à l'étude détaillée d'une centrale de 250 MWe à remettre pour approbation à HQ, le 15 avril 1965. CGE travaillerait à la portion nucléaire de cette station, tandis que les ingénieurs-conseils de la firme Surveyer, Nenninger et Chênevert (SNC) travailleraient à la portion conventionnelle, en collaboration avec la Montreal Engineering Limited (MEL)³⁵.

L'initiative d'HQ ne s'arrête pas là. Elle demande à ÉACL, en octobre 1964, de faire une étude sur la possibilité d'intégrer une version améliorée de la centrale de Douglas Point à son réseau³⁶. ÉACL travaillerait, elle aussi, à la portion nucléaire et laisserait la partie conventionnelle à SNC³⁷. Cette deuxième proposition devrait elle aussi être soumise au début de 1965. Ces deux études permettraient à HQ de faire sa propre évaluation des possibilités qui s'offraient à elle, cela même si des « problèmes d'interprétation entre le procédé de CGE et celui d'AÉCL³⁸ » étaient anticipés.

HQ entendait être maître d'œuvre d'un programme nucléaire québécois tout en sachant qu'il ne serait sans doute pas possible d'opter pour un autre système que celui d'ÉACL, le PHW déjà choisi par l'Ontario. Il lui faut donc prendre tous les autres moyens possibles pour manifester sa velléité d'autonomie. Se donner le choix à l'intérieur des concepts d'ÉACL est un de ces moyens ; rechercher parallèlement une entente avec CGE,

32. Archives HQ (AHQ), lettre de J. S. Olsen à D. M. Farnham, 18 novembre 1963 ; AHQ, lettre de D. M. Farnham à J. C. Lessard, 6 décembre 1963, 1.

33. *Ibid.*

34. AHQ, lettre de J. L. Gray à B. Baribeau, 29 octobre 1964 ; AHQ, lettre de B. Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 5 novembre 1964 ; AHQ, lettre de B. Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 31 mars 1965.

35. AHQ, lettre de B. Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 5 novembre 1964 ; AHQ, lettre de B. Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 31 mars 1965.

36. AHQ, lettre de J. L. Gray à B. Baribeau, 29 octobre 1964.

37. *Ibid.* ; AHQ, lettre de B. Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 5 novembre 1964 et lettre de B. Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 31 mars 1965.

38. AHQ, lettre de J. P. Gignac à B. Baribeau, 16 novembre 1964.

afin de renforcer sa position de négociation, en est un autre. Les premières démarches de CGE auprès d'HQ visent à mettre au point un nouveau design pour lequel Gaspé serait l'emplacement idéal. Le choix de Gaspé n'est pas sans importance. Géographiquement éloignée des grands centres, cette ville correspond aux régions cibles identifiées par ÉACL pour son programme nucléaire³⁹. En acceptant au départ ce site, HQ se conformerait aux objectifs du maître d'œuvre ; mais l'avantage pour la société d'État est que ce site, comme le suggère Olsen, ferait que les ingénieurs de conception : « would be faced with a new set of design parameters and would have to think out the new requirements rather than continuing to assume the older established criteria⁴⁰ ». Dans le cas où HQ s'engagerait dans la construction d'un tel design, elle se retrouverait avec un projet relativement distinct du reste du programme nucléaire canadien.

Cependant, les ingénieurs de la Planification des réseaux d'HQ rejettent Gaspé comme site potentiel, même si Farnham rappelle qu'une centrale nucléaire en Gaspésie serait une solution probablement plus avantageuse que la construction d'une deuxième ligne de transport de 230 kV à partir de Lévis⁴¹.

L'augmentation des coûts du transport d'électricité, en raison de l'éloignement des centrales hydroélectriques des grands centres de consommation (Montréal au premier chef), est sans doute une considération de première importance dans ce rejet⁴². Avec ces augmentations de coûts, il y avait un danger que l'hydroélectricité perde une partie importante de son avantage sur les autres sources énergétiques, principalement les sources d'énergie thermique (pétrole, gaz et charbon), ce qui aurait été une terrible perte pour HQ qui misait sur l'exploitation des cours d'eau pour produire de l'électricité. Le refus formulé par les ingénieurs s'inscrit donc dans la volonté d'HQ de gérer le développement de sa filière nucléaire en fonction de ses priorités. Ce sont les régions avoisinantes de Bécancour, sur la rive sud du Saint-Laurent et celles de Drummondville, sur la rivière Saint-François, qui sont alors envisagées comme sites potentiels de réacteurs nucléaires⁴³.

39. Le sud de l'Ontario est la cible première d'ÉACL et ensuite les régions éloignées. Voir les rapports annuels d'ÉACL de 56-57 à 62-63.

40. AHQ, lettre de J. S. Olsen à D. M. Farnham, 18 novembre 1963, 1 ; AHQ, lettre de Farnham à Lessard, 6 décembre 1963, 1.

41. AHQ, lettre de Farnham à Lessard, 6 décembre 1963, 1 ; AHQ, lettre de Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 5 novembre 1964, 1.

42. AHQ, lettre de B. Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 31 mars 1965, 3.

43. AHQ, lettre de B. Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 5 novembre 1964, 1.

Ce n'est pas seulement le site qui fera l'objet d'une révision. Avant même que les deux rapports, celui de CGE-SNC et celui d'ÉACL-SNC, aient été portés à l'attention d'HQ, cette dernière apprend qu'ÉACL est à la recherche d'un partenaire pour un projet qui s'écarte passablement du concept PHW. Ce projet sera le CANDU-BLW.

Ainsi, alors qu'en novembre 1964, aucune décision n'est encore prise, Benoit Baribeau, directeur général de l'ingénierie, conseille au président et aux commissaires d'HQ :

d'aller de l'avant le plus tôt possible avec la construction d'une centrale nucléaire de 250 MW qui servirait à nous familiariser avec ce type de centrales [PHW] et serait très utile pour l'entraînement du personnel d'exploitation des centrales nucléaires futures⁴⁴.

Parallèlement, il propose d'« entreprendre des pourparlers sérieux avec ÉACL au sujet de la participation possible au développement du réacteur refroidi à l'eau légère⁴⁵ ».

Mais quelques mois plus tard, dans une longue lettre au président et aux commissaires, Baribeau révisé sensiblement sa position antérieure. Dans la conclusion, il recommande d'abord :

que l'Hydro-Québec participe à la mise au point d'un réacteur de filière canadienne à l'uranium naturel, modéré à l'eau lourde et refroidi à l'eau bouillante légère, et à la construction, pour raccordement à son réseau, d'un prototype de 250 MW de centrale nucléaire utilisant un tel réacteur⁴⁶.

Ensuite, après réceptions des études de rentabilité de ses ingénieurs conseils, HQ pourrait faire « une étude sérieuse et détaillée des avantages qu'[elle] pourrait retirer de la construction, dès le début de 1966, d'une centrale de 250 MW ou plus du type Douglas Point [PHW]⁴⁷ ».

Trois raisons sont invoquées pour faire passer la priorité du nouveau design du PHW vers la filière BLW. La première est la possibilité, avec cette dernière, de faire baisser les coûts de production. La deuxième est qu'un tel choix permettrait « une plus grande participation de l'industrie secondaire québécoise à la technologie nucléaire⁴⁸ ». La troisième est le financement avantageux dont pourrait bénéficier HQ pour la construction

44. *Ibid.*, 2. Il n'est pas expressément indiqué de quelle sorte de centrale il s'agit mais dans le paragraphe suivant, il est évident que Baribeau parle des PHW.

45. *Ibid.*

46. AHQ, lettre de B. Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 31 mars 1965, 6.

47. *Ibid.*

48. *Ibid.*, 5.

d'un prototype, soit le même financement dont avait bénéficié Ontario-Hydro pour Douglas Point⁴⁹.

L'engagement d'HQ dans deux filières (BLW et PHW), selon Baribeau, comporterait aussi des avantages en donnant « à HQ tous les éléments de base pour le choix des programmes futurs⁵⁰ », mais pourrait poser des problèmes financiers dus aux lourds investissements et mobilisations nécessaires qui viendraient s'ajouter à ceux, déjà considérables, du programme hydroélectrique. Au final, l'option BLW fixerait à HQ des objectifs passablement semblables à ceux d'ÉACL, c'est-à-dire un programme différent des autres programmes dans le monde et l'établissement d'une industrie nucléaire québécoise.

La volonté d'HQ de se doter d'une filière propre ressort avec d'autant plus de clarté qu'en 1966, au moment où les ententes entre HQ et ÉACL sont définitivement conclues, il n'existe encore qu'un seul réacteur de type CANDU qui soit réellement opérationnel, le NPD qui n'est qu'un réacteur d'essai. Ce prototype, alors au stade expérimental, ne fera finalement ses preuves qu'en 1967. S'engager avec un concept encore moins éprouvé que le PHW est très révélateur des intentions d'HQ de miser sur une filière différente de celle de l'Ontario, qu'elle pourrait alors s'approprier et développer avec son expertise propre.

La volonté de développer un programme nucléaire autonome se voit également à d'autres niveaux. Il est ainsi important de remarquer que, pour HQ, l'objectif de former sa propre équipe d'ingénieurs et de techniciens spécialisés en nucléaire est omniprésent. Cela est d'ailleurs reconnu non seulement en son sein mais aussi chez ÉACL⁵¹. Mais pour HQ, cette équipe servirait non seulement à la construction et à l'opération de centrales nucléaires mais aussi à « mettre sur pied un groupe d'étude et de projet dans le domaine nucléaire afin qu'HQ soit en mesure d'évaluer les nouvelles techniques dans le domaine⁵² ». La société d'État pense également pouvoir : « convaincre ÉACL d'établir un bureau dans la province de Québec afin de promouvoir l'étude et la recherche nucléaire avec des spécialistes de langue française⁵³ ». Pour la constitution du noyau de cette équipe, J.-P. Gignac, commissaire d'HQ, suggère à son président J.-C. Lessard :

49. *Id.*

50. *Ibid.*, 6.

51. Pour ÉACL, voir : Archives ÉACL, lettre de J. L. Gray à J. C. Lessard, 1^{er} juin 1964.

52. AHQ, lettre de B. Baribeau au président et aux commissaires d'HQ, 31 mars 1965, 4.

53. *Ibid.*

qu'il y aurait avantage à ce que l'Hydro-Québec délègue deux et même trois de ses ingénieurs à ÉACL, afin de se familiariser avec les nouvelles techniques de l'énergie thermo-nucléaire. Ce qui ne nous empêcherait pas par ailleurs de faire exactement le contraire, c'est-à-dire, importer d'ÉACL certains ingénieurs canadiens-français qui font bonne figure et qui pourraient, eux aussi, venir se familiariser avec l'Hydro-Québec, et peut-être y demeurer⁵⁴.

La volonté d'HQ de mettre sur pied une équipe de spécialistes québécois dans le domaine du nucléaire va d'ailleurs prendre forme avec la création de l'Institut de Génie nucléaire à l'École Polytechnique de Montréal en 1970, financé en partie par la société d'État⁵⁵.

De plus, cette équipe devait permettre, en toute logique, à HQ de mettre en branle son propre programme nucléaire. En fait, selon ses prévisions, la demande en électricité était à la hausse au Québec et le seul développement du potentiel hydro-électrique ne suffirait qu'à combler ces besoins jusqu'en 1985⁵⁶. Après cette date, le nucléaire était présenté comme une source d'énergie nécessaire pour répondre complètement à la demande. Indissociable de la stratégie « autonomiste » d'HQ en matière d'énergie nucléaire, la formation de cette équipe de spécialistes devait s'enclencher par un projet original comme le BLW. Le CANDU-BLW était donc le moyen le plus efficace pour HQ de réaliser sa stratégie nucléaire.

La position de mars 1965 de Baribeau étant retenue par HQ, il ressort de ce qui précède que pour ÉACL, comme pour HQ, le projet BLW, même s'il n'est qu'un prototype expérimental, n'est pas uniquement un projet technologique; c'est aussi un projet éminemment politique, comme le sont nécessairement tous les grands projets technologiques⁵⁷. Comme c'est souvent le cas pour les annonces publiques de grands projets politiquement importants, on profite de la conférence de l'Association nucléaire canadienne, tenue à Québec du 10 au 12 mai 1965, pour rendre publique une entente de principe entre les autorités fédérales et provinciales sur la construction d'une centrale CANDU-BLW de 250 MW. L'accord entre HQ et ÉACL se fait toutefois sous la condition que des études ultérieures plus poussées ne viennent pas remettre en question la faisabilité même du concept BLW.

54. AHQ, lettre de J. P. Gignac à J. C. Lessard, 14 avril 1964.

55. Robert Gagnon, *Histoire de l'École Polytechnique de Montréal: la montée des ingénieurs francophones* (Montréal, Boréal, 1991), 398.

56. HQ, rapport annuel 1965, avril 1966, 6.

57. Philippe Faucher, dir., *Grands projets et innovations technologiques au Canada* (Montréal, Presses de l'Université de Montréal, 2000).

L'ANNONCE DE GENTILLY-1

En septembre 1966, tout est prêt pour la mise en œuvre du projet CANDU-BLW. Les études ont été complétées et rien ne s'oppose plus au projet. En mai et juillet 1966, deux rapports sur les aspects sécuritaires de la centrale sont soumis par ÉACL au comité consultatif de la Commission de contrôle de l'énergie nucléaire, qui siège à Ottawa, dans le but d'obtenir un permis de construction. Celui-ci est accordé par la Commission, le 26 septembre de la même année, date qui marque le début du chantier de Gentilly-1.

Malgré l'optimisme affiché, Gentilly-1 demeure un prototype. Au lendemain de la première mise à l'essai du réacteur en novembre 1970, Joe Greene, ministre fédéral des Mines et des Ressources naturelles, rappellera que :

*...it will take a year or two of actual operating experience to determine whether Gentilly is indeed the fore-runner of a new line of power reactors. That there will be problems and set-backs there is no doubt. They are inevitable in a pioneering project, and especially one of this size and complexity*⁵⁸.

Au début des années 1960, le BLW-250 n'est pas seulement un prototype du seul point de vue scientifique et technologique ; il l'est aussi d'un point de vue de la stratégie commerciale puisque ÉACL cherche dans les faits à établir les bases d'un réacteur de 500 MWe, qui serait plus conforme aux besoins des acheteurs potentiels, soit les provinces canadiennes et les pays étrangers⁵⁹. Comme le rappelle d'ailleurs Lewis : « The most probable early commercial applications for this new design of reactors will be in units of 500 MWe or above⁶⁰. » En mars 1967, G. A. Pon annonce au Project Management Committee que : « AECL is starting in a very modest way on the conceptual design of a BLW 500⁶¹ ». Le projet BLW n'est donc pas un projet isolé, mais un premier pas dans une stratégie de développement. Le projet doit servir à explorer d'autres possibilités, car il porte en lui d'autres finalités que la sienne propre. En effet, contrairement à ce qui s'est passé en Ontario, le réacteur Gentilly-1 assume simultanément les fonctions de prototype et de réacteur de production.

58. Déclaration du ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada, Joe Greene, 13 novembre 1970.

59. Sur les difficultés rencontrées par ÉACL dans l'exportation des réacteurs CANDU à l'étranger, voir Duane Bratt, *The Politics of CANDU Exports* (Toronto, University of Toronto Press, 2006).

60. Archives ÉACL, lettre de W. B. Lewis à L. Gray, 5 février 1965, 2.

61. Archives ÉACL, Minutes of the Project Management Committee, 21 mars 1967.

Cependant, malgré les efforts consentis par ÉACL et HQ, le prototype ne fonctionnera jamais de façon satisfaisante. En fait, les problèmes débute dès septembre 1967 lorsque ÉACL se rend compte que le coefficient de réactivité positif du vide dans le BLW est beaucoup plus élevé que prévu : « because of the positive void coefficient in this reactor, there is some concern that the reactivity feedback by void formation could reduce the stability margin⁶² ». Cela remet en cause la réussite du projet Gentilly-1 et surtout l'éventuel BLW-500 alors à l'étude, véritable objectif commercial d'ÉACL. Un peu plus tard, HQ indique à ÉACL qu'elle n'est pas intéressée, pour le moment, à acquérir un BLW-500⁶³, et quelques mois plus tard, à Douglas Point, le prototype PHW commence à fonctionner selon les espérances des ingénieurs⁶⁴.

Dans ce contexte, le concept BLW aurait pu être abandonné, comme on le verra plus loin en détail. Si le projet Gentilly-1 continue après 1968, c'est que, d'une part, ÉACL croit qu'elle peut malgré tout faire fonctionner le BLW-250 de Gentilly-1 de manière acceptable et sécuritaire et que, d'autre part, HQ risquerait de ne pas accentuer son engagement dans la filière nucléaire advenant un arrêt du projet. Tenir compte des intentions d'HQ constitue un élément essentiel dans la décision d'ÉACL de continuer avec Gentilly-1, tout en sachant qu'il ne pourra plus mener à la construction d'une variante de 500 MWe.

D'un point de vue strictement technologique, on peut considérer que le projet est un « échec » et, comme le souligne Pon dans une entrevue, « no longer could it [Gentilly-1] be really looked upon as a true prototype⁶⁵ ». Comme nous le verrons, on ne parviendra en effet jamais à résoudre le problème de coefficient de réactivité du vide du réacteur, même si une solution – retenue en Angleterre en 1968 – aurait consisté à employer de l'uranium enrichi au lieu de l'uranium naturel pour régler ce problème. Les technologies d'enrichissement ne faisaient cependant pas partie des expertises canadiennes et elles n'étaient pas vraiment envisagées. On souhaitait au contraire profiter de la grande disponibilité de l'uranium naturel au Canada, en plus de limiter les coûts des réacteurs aux yeux des clients potentiels de la technologie BLW canadienne. Il

62. G. A. Pon, *CANDU-BLW-250 Technical Report*, rapport technique ÉACL, AECL-2942, septembre 1967, 7.

63. Archives ÉACL, 1615-P1, Power Reactor Development Program Evaluation Committee (PRDPEC), Minutes of the 31st Meeting, 10 octobre 1967.

64. R. Bothwell, *op. cit.*, 187.

65. Entrevue d'Yves Gingras avec George A. Pon, Ottawa, 26 avril 1989.

existait donc des contraintes politiques et économiques évidentes dans l'orientation du projet G-1. Il est aussi possible que les États-Unis aient été réticents à l'idée de voir le Canada se lancer dans l'enrichissement d'uranium, ce qui aurait favorisé la prolifération nucléaire en plus de nuire aux intérêts économiques des Américains.

LES NOMBREUSES VIES DE GENTILLY-1

Le 12 novembre 1970, la centrale de Gentilly-1 entre officiellement en opération. Elle est connectée au réseau et produit de l'électricité pour la première fois le 5 avril 1971. Les mois qui suivent constituent une période de rodage du réacteur durant laquelle plusieurs tests doivent être effectués et de nombreuses difficultés techniques surmontées. Pendant cette période, Claude Boulay, chef de la division Exploitation de Gentilly, rapporte à Hydro-Pressé :

que des données imprévues sont enregistrées, que le comportement du réacteur à lui seul a soulevé des tas de problèmes, prévus ou non, à résoudre et qu'il a fallu arrêter la production tout l'été pour effectuer des travaux sur les pompes de caloportage, changer des pièces, faire une recuite de certains tuyaux pour les renforcer ou leur donner plus d'élasticité⁶⁶.

On rapporte également :

que les spécialistes de Gentilly reconnaissent que des perturbations d'importance dans la pression de la vapeur influent sur la réactivité ; que le réacteur est très sensible au changement de demande d'énergie et que les différents essais de déclenchement de la turbine produisent parfois des déclenchements dans le réacteur⁶⁷.

Néanmoins, les travaux pour amener le réacteur à sa pleine capacité de fonctionnement se poursuivent. On atteint 75 % de la puissance en avril 1972, et avec l'aval de la Commission de contrôle de l'énergie nucléaire, la puissance est établie à 100 % en mai de la même année, pour une durée de trois semaines. À cette occasion, ÉACL et HQ émettent un communiqué de presse conjoint indiquant que :

[the] performance of the station at high power levels has been very satisfactory. Gentilly will continue in operation throughout the summer while various tests are performed to accumulate experience with this system⁶⁸.

66. « Toujours en période d'essai, Gentilly est utile au réseau », *Hydro-Pressé*, 51, 19 (octobre 1971) : 3.

67. *Ibid.*

68. Archives ÉACL, Gentilly-overall (/6000), 9 (18 mai 1972).

Au moment où ÉACL s'engage fermement dans le projet BLW, elle s'est également lancée dans un programme de construction de centrales nucléaires en Ontario avec Ontario-Hydro. Les deux sociétés ont paraphé, en août 1964, une entente pour la construction de Pickering, une centrale composée de quatre réacteurs identiques, dotés d'une puissance de 500 MWe chacun et qui devaient être les premiers d'une série de réacteurs commerciaux⁶⁹. Le prototype de 200 MWe de Douglas Point ayant démontré la faisabilité du concept PHW, même si des problèmes persistent, Ontario-Hydro décide de s'engager dans un ambitieux programme nucléaire exclusivement axé sur ce concept, les coûts de la diversification technologique étant prohibitifs.

La centrale de Pickering est prête à être mise en service commercial en juillet 1971, alors qu'à Gentilly, on effectue des tests et des mesures sur le comportement du BLW. Il faut rappeler qu'aux dates, assez proches, de mises en service des centrales de Gentilly-1 et de Pickering, la maturité de la technologie BLW est bien moindre que celle du PHW, puisque Gentilly-1 assume simultanément les rôles de prototype et de centrale de production. Mais comme il manque d'eau lourde au Canada et dans le monde, certaines installations canadiennes devront en fournir pour Pickering. L'une d'elles est le BLW de Gentilly. En effet, lorsque le contrat fut signé entre ÉACL et HQ en septembre 1966, l'article 11(2)(f) spécifiait qu'ÉACL pouvait « en tout temps exiger, pour raison valable, l'arrêt de la centrale sur préavis de 24 heures, en quel cas, l'Hydro [HQ] ne pourrait remettre la centrale en marche sans l'autorisation de l'ÉACL⁷⁰ ».

La pénurie d'eau lourde est jugée une raison valable. Des ententes ont cependant permis de retarder de quelques mois son retrait du réacteur afin de permettre de terminer les tests et les mesures⁷¹. Ce retard dans le retrait de l'eau lourde, malgré l'urgence de la situation en Ontario, montre toute l'importance de Gentilly-1 dans les relations entre HQ et ÉACL. La fermeture de Gentilly-1, encore une fois, serait vécue comme une catastrophe. Lorsque l'eau lourde est retirée du cœur du réacteur en novembre 1972, HQ n'est finalement pas trop fâchée : les tests ont montré certaines failles dans la centrale et les mois d'arrêt permettront, croit-on, de les

69. Sur la stratégie nucléaire d'Ontario-Hydro dans les années 1960 et 1970, voir : Kevin Fitzgibbons, « Le CANDU et l'industrie nucléaire canadienne », dans Philippe Faucher, dir., *op. cit.*, 125-164.

70. Archives ÉACL, Memorandum of Agreement, septembre 1966; AHQ, lettre de A.E. Gadbois à R. Giroux, 17 mars 1972.

71. AHQ, lettre de L. Gray à R. Giroux, 3 mars 1972.

réparer⁷². Aucun des deux protagonistes ne tient à mettre un terme au projet, malgré l'ampleur du travail à exécuter.

La situation à Gentilly-1 change toutefois lorsque HQ s'engage pour un deuxième réacteur nucléaire, cette fois de type PHW. Avec la signature, en janvier 1973, d'un contrat pour un second réacteur, qui deviendra Gentilly-2, le manque d'eau lourde risque de perdurer, d'autant qu'en Ontario, la construction d'une série de réacteurs est prévue. On envisage donc une nouvelle usine d'eau lourde et c'est le site de Gentilly qui est retenu en 1974. L'approvisionnement de l'usine en vapeur, nécessaire à la production d'eau lourde, serait assuré par les deux réacteurs de Gentilly⁷³.

Cette décision permet en fait de retrouver un usage acceptable pour le réacteur Gentilly-1 qui, on le sait, ne pourra jamais vraiment produire de l'électricité selon le plan initial. En effet, les problèmes de contrôle du réacteur sont plus importants que prévus, ce qui nécessite des mesures de sécurité plus importantes et par conséquent plus coûteuses. Avec l'usine d'eau lourde à La Prade, on pense que le problème de Gentilly-1 pourrait être résolu en lui assignant la mission de lui fournir de la vapeur. Le réacteur Gentilly-1 produirait moins d'électricité, mais le ferait de façon sécuritaire. Le fonctionnement sécuritaire du réacteur était d'ailleurs une condition pour qu'HQ achète éventuellement le BLW à ÉACL. Ainsi, malgré ses problèmes, Gentilly-1 se voit accorder un autre sursis. L'usine de La Prade est prévue pour la fin de 1978, ce qui laisse tout le temps nécessaire pour apporter les modifications requises à G-1.

HQ envisage alors un programme nucléaire important pour répondre à ses prévisions de consommation d'électricité qui devrait, à partir de 1978, « continuer de croître à une cadence moyenne de 7,8 % par année⁷⁴ ». Ce ne sont ainsi pas moins de 30 000 MW d'électricité d'origine nucléaire qu'HQ prévoit installer durant la période 1985-2000⁷⁵. Dans ce contexte, la situation n'est pas propice pour percevoir G-1 comme un échec. HQ aura besoin d'un personnel assez nombreux et Gentilly-1 constitue un instrument valable pour sa formation, car Gentilly-2 ne viendra qu'amplifier les besoins en personnel qualifié. Dès la fin de l'année 1973, Gentilly-1 commence à recevoir à nouveau de l'eau lourde. Le redémarrage du réacteur est prévu pour

72. « Le réacteur nucléaire est arrêté pour huit mois », *Hydro-Presse*, 52, 7 (mi-avril 1972), 3.

73. HQ, rapport annuel 1974, avril 1975, 20.

74. HQ, rapport annuel 1972, avril 1973, 18.

75. Voir : Mahdi Khelifaoui, *Histoire de la centrale nucléaire de Gentilly-1*, mémoire de maîtrise (science, technologie et société), Université du Québec à Montréal, 2013, 110-111.

l'été ou l'automne 1974⁷⁶. Il aura finalement lieu le 6 décembre de la même année.

Pour sa part, ÉACL s'était engagée, depuis 1971, dans un concept modifié du BLW, le BLW(PB)⁷⁷. Dans ce contexte, il est clair que Gentilly-1 peut servir de laboratoire pour les études conceptuelles de ce nouveau projet⁷⁸. Il n'y a donc encore pas de raisons de fermer Gentilly-1. Au contraire, s'il venait à être opérationnel, un réacteur BLW(PB) permettrait à ÉACL de réaliser un programme nucléaire « intégré ». En effet, les déchets des réacteurs PHW contiennent des éléments, dont le plutonium, qui pourraient servir à l'alimentation du BLW(PB). Ainsi, un programme nucléaire « intégré » rendrait possible l'utilisation optimale de l'uranium naturel canadien disponible. On doutait cependant de la rentabilité de cette option, qui sera d'ailleurs finalement abandonnée.

Ainsi, jusqu'à la fin de 1975, le projet Gentilly-1 a survécu même si sa fonction originelle a disparu. Plutôt que de produire de l'électricité, on y produira de la vapeur pour l'usine de La Prade, ainsi que des informations scientifiques et techniques pour d'autres aspects de la stratégie de développement d'ÉACL. Mais la nouvelle finalité du réacteur ne se concrétisera pas non plus, car de nouveaux événements imprévus viendront forcer ÉACL à en redéfinir le rôle.

LA FIN DE GENTILLY-I

Suivant le retour de l'eau lourde à G-1, ÉACL prévoyait une montée graduelle à la pleine capacité du réacteur pour juin 1975. Cependant, on se rend compte, au mois de mai, que le réacteur ne peut aller au-delà de 40 % de sa pleine puissance. Et ce n'est justement qu'à partir de cette puissance qu'une génération d'électricité à partir de la puissance thermique est possible⁷⁹. Un problème de contrôle de la pression de vapeur par le biais de la turbine du réacteur est apparu, fait très inquiétant dans la perspective du projet de La Prade où l'on mise justement sur une production fiable de vapeur⁸⁰. Des problèmes de corrosion dans certaines composantes de la centrale, causés par la longue période d'inactivité du réacteur, apparais-

76. HQ, rapport d'activité 1973, juin 1974, 42.

77. PB pour Plutonium Burning.

78. ÉACL, rapport annuel 1972-73, 11-12.

79. Archives ÉACL, 6000/Gentilly-overall, mémo de M. G. Hare à A. J. Mooradian, vol. 1, série 2, 30 janvier 1976.

80. Archives ÉACL, 6000/Gentilly-overall, mémo de C. A. Herriot à H. Smyth, vol. 2, série 2, 3 mars 1976.

sent également à la même période⁸¹. Le rapport d'activité d'HQ pour l'année 1976 rapporte aussi :

que l'année a été consacrée à effectuer des réparations majeures sur les moteurs des pompes principales du caloporteur, les échangeurs de chaleur du système modérateur, les condensateurs auxiliaires. On a également apporté des modifications importantes au système de contrôle de la pression au système de protection⁸².

Ainsi, au cours de l'année 1976, le réacteur n'aura produit aucune électricité, un redémarrage n'étant espéré qu'au printemps 1978.

En 1976, le gouvernement du Canada, sous la gouverne de Pierre Elliot Trudeau, est alors aux prises avec une sévère récession économique et entreprend de couper dans ses dépenses. Le secteur technologique n'étant pas épargné, il retarde le prêt consenti à ÉACL pour la construction de l'usine de La Prade et la mise en service est repoussée à 1981. Malgré toutes ces difficultés, Gentilly-1 bénéficie d'un autre sursis.

Cependant, en janvier 1978, ÉACL et HQ signent une entente à l'effet que c'est Gentilly-2 qui fournira la vapeur et l'électricité à La Prade, une fois cette dernière construite. On avait d'ailleurs prévu d'avance que des canaux seraient construits pour que G-2 puisse remplacer G-1 en cas de panne. Cette décision reflète aussi le fait que des doutes subsistaient sur la capacité de G-1 de fonctionner correctement. De plus, HQ avait entrepris en 1977 des études préliminaires pour G-3 (4 groupes de réacteurs selon le concept PHW). Avec cette promesse, ÉACL a probablement jugé l'engagement nucléaire de HQ suffisant pour ne plus avoir à supporter le poids de G-1 qui n'avait plus vraiment de mission spécifique.

Peu de temps après la signature de l'entente de janvier 1978, George A. Pon, responsable du réacteur, recommande de fermer définitivement Gentilly-1. ÉACL tente tout de même d'en négocier la vente à HQ, évoquant des possibilités d'utilisation du réacteur BLW pour des fins de recherche. Au cours de cette période de négociation, P.-A. Léger, alors directeur des centrales thermiques et nucléaires pour HQ, souligne dans une entrevue, alors que la fin de G-1 est prévisible mais non encore décidée, que si G-1 n'avait pas été mis en marche conformément aux attentes, cela serait dû en partie au peu d'implication financière d'HQ

81. Archives ÉACL, 6000/Gentilly-overall, mémo de C. A. Herriot à D. Stevens, vol. 2, série 2, 29 juin 1976.

82. HQ, rapport d'activité 1976, 22.

dans le projet⁸³. En somme, si HQ l'avait voulu, G-1 aurait pu devenir une source sûre et fiable d'électricité. Quoiqu'il en soit, HQ n'achètera jamais le réacteur, le gouvernement du Parti Québécois, élu en novembre 1976, ayant d'ailleurs adopté un moratoire sur l'énergie nucléaire et renforcé son emprise sur la direction que devaient prendre les programmes de développement d'HQ, notamment pour les orienter vers l'économie d'énergie. Les estimations de la croissance de la consommation d'électricité réalisées par HQ se révéleront par ailleurs plus élevées que prévu puisqu'au lieu de 7,8 %, la croissance réelle ne sera que de 4,4 % pour la décennie 1980⁸⁴.

Ainsi, en 1983, le gouvernement du Québec, toujours sous la gouverne du Parti Québécois annonce qu'il ne se portera pas acquéreur de G-1 et qu'il laisse tomber le projet G-3. Finalement, même l'usine de La Prade ne sera jamais entièrement construite, la demande anticipée d'eau lourde révisée à la baisse, conséquence d'une croissance beaucoup plus faible que prévue du parc de réacteurs nucléaires canadiens. Ce désengagement de la filière nucléaire s'inscrit, par ailleurs, dans une tendance observée dans plusieurs pays occidentaux ayant initialement opté pour cette forme d'énergie, au milieu des années 1960. Les crises pétrolières de 1973 et 1979, qui ont conduit à une rationalisation de la planification des besoins énergétiques et des calculs du coût de l'énergie, ainsi que les dangers de la filière nucléaire mis à jour de façon dramatique par l'accident de Three Mile Island en 1979, rendaient le nucléaire moins attrayant aux yeux du public⁸⁵.

Des travaux, supervisés par les ingénieurs du nouveau bureau d'ÉACL à Montréal, sont entrepris en 1984 pour le « déclasser » du réacteur de G-1. L'achèvement de ces travaux, en juin 1986, donne à ÉACL l'occasion d'annoncer que Gentilly-1 a bien rempli sa dernière mission, en lui permettant d'acquiescer « une expertise en matière de déclasser, d'entreposage du combustible, de protection contre les rayonnements et en physique de la santé⁸⁶ ».

83. « Une planche de salut pour Gentilly 1 : l'achat de la centrale par Hydro-Québec », *Hydro-Presse*, 59, 19 (fin octobre 1979) : 8.

84. Ministère de l'Énergie et des Ressources, « L'énergie au Québec. Édition 1990 », 1990.

85. Voir Jasper James, *Nuclear Politics* (Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1990). Sur le développement des mouvements d'opposition à l'énergie nucléaire au Canada, voir Ronald Babin, *L'option nucléaire : développement et contestation de l'énergie nucléaire au Canada et au Québec* (Montréal, Boréal Express, 1984).

86. ÉACL, rapport annuel 1986-87, 6.

CONCLUSION

Il ne fait pas de doute que des difficultés techniques ont joué un rôle important dans la fermeture du réacteur de Gentilly-1. On peut d'ailleurs penser que si le statut de ce réacteur avait été seulement celui d'un simple prototype de démonstration, comme ce fut le cas du NPD en Ontario, son « échec » aurait paru moins problématique. Quoi qu'il en soit, son histoire permet de rappeler qu'il n'y a pas de déterminisme technologique⁸⁷ à l'œuvre dans le développement de nouvelles technologies car, on l'a vu, le problème du coefficient de réactivité positif du vide trop élevé avait, en principe, une solution technique (l'usage d'uranium enrichi), mais qui ne cadrerait pas avec le contexte canadien. Cette histoire démontre donc que la prise en compte des facteurs politiques et économiques est tout aussi importante pour rendre compte des multiples finalités qui ont été successivement assignées au réacteur avant la décision ultime de fermeture. Cette dernière décision ne peut en effet se comprendre qu'en analysant l'ensemble de la trajectoire et non pas seulement un segment portant sur les aspects techniques.

Nous avons montré qu'il convient de suivre pas à pas l'évolution graduelle d'un projet technologique tout en prenant bien soin de noter les bifurcations et changements de trajectoire qu'il subit. Ces changements de trajectoire s'expliquent par l'entrecroisement de facteurs divers et variables dont il est impossible de prévoir la rencontre longtemps à l'avance, comme le voudraient les prévisionnistes. Qu'ils soient de nature technique, sociale, économique ou politique, ces facteurs influent sur les décisions des agents de façon telle que les planifications à long terme, bien que nécessaires, peuvent toujours être remises radicalement en cause par des événements imprévisibles. En somme, l'étude attentive des projets technologiques comme celui de Gentilly-1 étudié ici, ou du Tokamak de Varennes analysé ailleurs⁸⁸, montre à quel point il est vain de croire naïvement aux planifications à long terme de grands projets technologiques.

Comme nous l'avons vu, malgré la relative assurance, au départ, de la faisabilité technique du projet G-1, rien n'était vraiment fixé. Les discours de rationalisation du projet par les scientifiques eux-mêmes constituent d'ailleurs un des éléments importants qui masque le degré réel de risque inhérent à tout projet technologique. Il en est de même des intérêts éco-

87. Sur la notion de déterminisme technologique, voir Merrit Roe Smith et Leo Marx, dir., *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism* (Cambridge, MIT Press, 1994).

88. Yves Gingras et Michel Trépanier, « Le Tokamak de Varennes et le programme canadien de fusion nucléaire: anatomie d'une décision », *Recherches sociographiques*, 30, 3 (1989): 421-446.

nomiques et des enjeux politiques. Or, l'incertitude inhérente à la dynamique de la recherche, recherche qui s'incarne alors dans des prototypes expérimentaux, est là pour nous rappeler que la science et la technologie ne sont pas, au chapitre des résultats anticipés, infaillibles.