

Recherches sociographiques



Le Tokamak de Varennes et le programme canadien de fusion nucléaire: anatomie d'une décision

Yves Gingras et Michel Trépanier

Volume 30, numéro 3, 1989

La nouvelle technologie

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/056472ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/056472ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Département de sociologie, Faculté des sciences sociales, Université Laval

ISSN

0034-1282 (imprimé)

1705-6225 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Gingras, Y. & Trépanier, M. (1989). Le Tokamak de Varennes et le programme canadien de fusion nucléaire: anatomie d'une décision. *Recherches sociographiques*, 30(3), 421–446. <https://doi.org/10.7202/056472ar>

Résumé de l'article

L'étude des décisions qui ont mené à la création d'un programme national en fusion nucléaire au Canada et à la construction d'un appareil de confinement magnétique de type Tokamak à Varennes suggère que le résultat final n'est pas compatible avec la théorie du choix rationnel. Il est plutôt le produit contingent d'une dynamique temporelle mettant en scène des acteurs aux intérêts divergents qui ont dû s'accommoder à un environnement variable. L'analyse des stratégies des parties fait ressortir que celles qui ont atteint leurs objectifs ont su adapter leur discours et s'assurer des appuis à certains moments clés. De ce point de vue, la politique, la technologie ou toute autre variable sociale ou économique ne sont pas seulement des contraintes mais aussi des ressources mises à profit par les participants pour arriver à leurs fins.

LE TOKAMAK DE VARENNES ET LE PROGRAMME CANADIEN DE FUSION NUCLÉAIRE: ANATOMIE D'UNE DÉCISION

Yves GINGRAS
Michel TRÉPANIÉ *

L'étude des décisions qui ont mené à la création d'un programme national en fusion nucléaire au Canada et à la construction d'un appareil de confinement magnétique de type Tokamak à Varennes suggère que le résultat final n'est pas compatible avec la théorie du choix rationnel. Il est plutôt le produit contingent d'une dynamique temporelle mettant en scène des acteurs aux intérêts divergents qui ont dû s'accommoder à un environnement variable. L'analyse des stratégies des parties fait ressortir que celles qui ont atteint leurs objectifs ont su adapter leur discours et s'assurer des appuis à certains moments clés. De ce point de vue, la politique, la technologie ou toute autre variable sociale ou économique ne sont pas seulement des contraintes mais aussi des ressources mises à profit par les participants pour arriver à leurs fins.

La création de grands centres de recherche suscite de plus en plus d'intérêt parmi les sociologues et les historiens des sciences, mais l'analyse du processus décisionnel qui mène à la construction de gros appareils de recherche fonda-

* Nous remercions Richard A. Bolton, Paul Dufour, Brian C. Gregory, Paul A. Redhead, Morrell P. Bachynski, pour nous avoir donné accès aux documents ayant rapport avec le programme canadien en fusion et pour avoir critiqué la version préliminaire de ce texte. Merci également aux participants d'un séminaire du Centre de recherche industrielle et technologique (CREDIT), de même qu'à Marie-Josée Legault, pour leurs commentaires et suggestions. Ce projet a été financé par le Conseil de recherches en sciences humaines (C.R.S.H.) du Canada et par le Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (F.C.A.R.) du Québec.

mentale demeure encore peu fréquente. (DARMON et LEMAINÉ; DOERN, pp. 101-122; KRIGE et PESTRE; MACKENZIE et SPINARDI, 1988a et b; LOGSDON; PESTRE, 1987 et 1988: 98.) En s'attardant aux délibérations dans lesquelles scientifiques, gouvernements et industries sont parties, elle est pourtant tout indiquée pour mettre en évidence la diversité des facteurs qui interviennent dans la dynamique de la recherche scientifique. (REMINGTON, p. 46.)

Pour bien comprendre les relations complexes et changeantes qui unissent les acteurs individuels et institutionnels, il faut toutefois retracer en détail le cheminement par lequel un groupe réussit (ou échoue) à imposer un programme de recherche particulier. En effet, il est probable que la tendance à considérer la prise de décision comme un processus rationnel effectué dans un contexte de connaissance parfaite et dénué de toute contingence (CROZIER et FRIEDBERG, pp. 265-321) ne soit pas indépendante de la tradition qui consiste à décrire le commerce entre les constructeurs d'un projet de façon impressionniste sans porter suffisamment attention aux détails et à l'aspect temporel de la démarche qui est à la source de l'émergence de phénomènes imprévisibles propices à modifier le rapport des forces en présence.

Nous rappellerons et commenterons les événements qui, au cours des années 1970 et 1980, ont mené à l'édification à Varennes par un consortium de cinq partenaires québécois d'un appareil à confinement magnétique de type Tokamak, alors que le domaine de recherche jugé primordial par les responsables du programme national avait d'abord été celui du confinement inertiel. La formulation d'une politique canadienne de recherche en fusion nucléaire illustre comment l'évolution des priorités gouvernementales affecte non seulement la nature des programmes subventionnés mais également les stratégies déployées par les chercheurs pour assurer la réussite de leurs propres projets. Le Tokamak de Varennes, construit au coût de 48 millions de dollars, est le plus gros investissement en matière de recherche-développement au cours de la dernière décennie au Canada; il offre donc un bel exemple de développement scientifique et technologique à l'heure de la «science lourde».

Comme il est impossible d'analyser en même temps toutes les facettes du dossier, nous porterons une attention particulière aux moments clés qui, de 1972 à 1978, expliquent l'évolution de la place accordée au confinement magnétique et au groupe de Québécois, qui en était un des promoteurs dans la politique de recherche sur la fusion.

1. Un programme proposé par des Québécois

Au Québec, la recherche sur la fusion thermonucléaire a démarré en 1968 avec la création de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ) et s'est développée rapidement après la mise en place en 1970 du Centre de recherche sur l'énergie (CREN) par l'Institut national de la recherche scientifique de

l'Université du Québec.¹ Les objectifs généraux du centre étaient «l'enseignement et le développement de la recherche dans le domaine de la conversion, de la génération, de la transmission, du contrôle, de la mise en réserve de l'énergie», mais les chercheurs orientèrent plus particulièrement leurs travaux dans le domaine de la physique des plasmas et de la fusion thermonucléaire. (I.N.R.S., p. 51.) Leurs travaux portèrent sur les deux principaux procédés de la fusion: le confinement inertiel et le confinement magnétique. (MARTINEAU.)

La création du centre est importante, car elle a fourni une base institutionnelle à une activité de recherche jusque-là embryonnaire et dispersée à l'Université de Montréal, dans les laboratoires de la compagnie Regional Corporation Association (R.C.A.) – Victor et au Centre de recherches pour la défense de Valcartier (C.R.D.V.), en banlieue de Québec. Rapidement, le CREN, qui sera rebaptisé Institut national de la recherche scientifique (I.N.R.S.) – Énergie, constituera l'une des plus importantes équipes en physique des plasmas au Canada. De plus, son étroite collaboration avec les chercheurs de l'IREQ permettra à Hydro-Québec de se doter d'une expertise considérable dans le nouveau secteur énergétique de la fusion thermonucléaire.

Le nouveau venu arriva à un moment où la scène scientifique mondiale se prit d'un regain d'intérêt pour la fusion comme source d'énergie. En effet, le pessimisme du milieu des années 1960 quant aux possibilités des réacteurs avait soudainement fait place à un nouvel enthousiasme à la suite de l'annonce, en août 1968, des résultats, jugés spectaculaires, obtenus par des physiciens soviétiques avec des machines de type Tokamak. (A.I.E.A.) Ce succès amènera d'ailleurs les Américains et les Européens à adopter cette sorte d'appareillage, mis au point à l'Est.²

À la même époque, on assistait aussi à l'émergence et aux premières réussites de la recherche sur la fusion par confinement inertiel au moyen de lasers extrêmement puissants. Ce procédé avait longtemps paru irréalisable, étant donné l'écart considérable entre la puissance des lasers existants, dans les dizaines de joules, et celle théoriquement requise pour amorcer la fusion (10^7 - 10^9 J). Toutefois les points marqués, en 1968, en France et en U.R.S.S. (production de neutrons à partir de cibles de deutérium irradiées par des lasers) et une révision à la baisse de la puissance théoriquement requise pour produire la fusion avaient contribué à établir la pertinence, sinon la nécessité, de poursuivre la recherche dans ce secteur. (BROMBERG, pp. 184s.)

1. Au Canada, l'étude des plasmas à haute température en relation avec la fusion constitue, à la fin des années 1960, un secteur de recherche à peu près inexistant. (Canada, 1967: 314-318.)

2. Il faut de plus mentionner que cette nouvelle confiance des chercheurs est renforcée par les succès atteints avec les Tokamaks. Par exemple, trois ans après la III^e Conférence de l'A.I.E.A., on peut lire dans le compte rendu de la quatrième conférence internationale sur les plasmas et la fusion que (traduction) «par rapport aux résultats d'expériences avec les plasmas, la première impression va vers une progression continue des paramètres et une compréhension plus grande des phénomènes ayant lieu dans les plasmas». (KADOMTSEV et SHAFRANOV, p. 541.) Pour plus de détails sur le contexte sociopolitique dans lequel s'est élaboré le programme américain, voir: BROMBERG, pp.151-174.

Dans un contexte scientifique international où la croissance rapide des fonds en ce domaine dans les principaux pays industrialisés donnait accès à des instruments plus imposants et plus sophistiqués, les chercheurs canadiens, et plus spécialement québécois, eurent tôt fait de réaliser qu'ils ne pourraient pas participer de façon significative au mouvement, à moins de parvenir à se doter d'appareils et de budgets adéquats.

C'est ainsi qu'une douzaine d'entre eux, rattachés à l'IREQ, à l'I.N.R.S. - Énergie, à l'Université de Montréal, à R.C.A. - Victor et au C.R.D.V., eurent l'idée d'un programme canadien de recherche sur la fusion thermonucléaire contrôlée. Les sommes nécessaires étaient si importantes que seuls les gouvernements pouvaient les avancer et, habitués à recevoir la plus grande partie de leurs subventions des institutions fédérales,³ les scientifiques pensaient naturellement en termes canadiens. En juin 1972, ils adressèrent une requête au Ministère d'État aux sciences et à la technologie (MEST), dans les limites du programme des propositions de recherche dites «non sollicitées». (IREQ *et al.*, 1972.) Dans le but de mettre au point un plan sur la fusion, les auteurs se proposaient de faire tout d'abord une étude pour identifier les secteurs de recherche les plus profitables, pour recommander des projets spécifiques et dessiner la structure nationale chargée d'administrer le programme. (*Id.*, p. 12.) En somme, des provinciaux, avec à leur tête Gilles Cloutier alors directeur de la recherche à l'IREQ, demandaient au fédéral le mandat de définir pour le pays son programme de recherche en fusion nucléaire.

2. *L'itinéraire, du refus à l'acceptation*

Le projet nommé Fusion Canada a déclenché dans l'appareil central une ronde de consultation entre ministères et organismes concernés par les questions de recherche-développement énergétique. Dans l'ensemble, les opinions des fonctionnaires scientifiques de la Commission de contrôle de l'énergie atomique (C.C.E.A.), d'Énergie atomique (E.A.C.L.), du Ministère de l'énergie, mines et ressources (E.M.R.), du Conseil national de recherches (C.N.R.C.) et du Ministère de l'industrie et du commerce (MIC) furent défavorables à la proposition «non commandée».

Au point de vue scientifique, l'opposition la plus farouche est venue d'un représentant de l'E.A.C.L., qui mettait sérieusement en doute la compétence des demandeurs. (STRANGE.) Plus modéré, le président Schneider du C.N.R.C. jugeait l'offre opportune, mais considérait l'étude trop large et suggéra qu'elle se limite aux seuls secteurs d'intérêt pour le Canada. (*Id.*, p. 1.) Du point de vue énergétique, un porte-parole du MIC trouvait que le consortium québécois n'avait pas démontré la nécessité, pour le pays, de choisir la fusion comme mode de production d'énergie. Il misait plutôt sur le programme national de fission, qui commençait à peine à porter fruit, pour répondre aux besoins

3. Il faut rappeler que le F.C.A.R. vient à peine d'être créé au Québec.

énergétiques nationaux; il doutait aussi, à l'instar d'un membre de l'E.A.C.L., que la fusion puisse vraiment concurrencer les futures versions améliorées du réacteur nucléaire canadien Candu. De son côté, le représentant de E.M.R. proposait de reporter la décision finale après le dépôt des deux études en cours: l'une, dans son ministère, sur la politique énergétique et l'autre, au Conseil des sciences, sur le financement de la recherche-développement dans le secteur de l'énergie. Même son de cloche au MEST: on pourrait alors mieux (traduction) «prendre la décision d'affecter des fonds publics à la recherche dans un ou deux domaines spécifiques où le Canada a une expérience suffisante à mettre à contribution et une chance raisonnable de se développer». (*Id.*, p. 3.) En attendant le verdict, une autre critique se fera entendre. On contestera les avantages économiques et industriels évoqués par le groupe des chercheurs pour justifier le lancement du programme: contre les grandes puissances, dotées d'expertise et de moyens techniques et financiers supérieurs, le Canada se trouverait dans une position défavorable sur le marché extérieur des produits de technologie avancée. (GRIFFITHS.)

Vu la masse d'objections des experts chargés d'évaluer la demande québécoise, et la «réfutation» des principaux arguments mis de l'avant par ses proposants, la décision du Ministère d'État aux sciences et à la technologie ne pouvait qu'être négative. De fait, en juillet 1973, les représentants du gouvernement refusèrent de financer le projet tel que présenté, mais, curieusement, ils ne demandèrent à Gilles Cloutier, porte-parole du consortium, que des modifications relativement mineures: ajouter à l'équipe des membres venant d'autres institutions canadiennes et réduire l'envergure de l'étude et les sommes requises. (C.N.R.C., 1973a: 5.) Au cours de la réunion, un comité de direction fut même mis sur pied pour donner suite au projet.⁴

Entre les critiques négatives à l'origine et les changements anodins finalement réclamés par le Ministère d'État, un nouvel acteur était intervenu. En effet, lors d'une rencontre, en août 1972, entre des hauts fonctionnaires fédéraux et des représentants du groupe, Guy Saint-Pierre, ministre québécois de l'Industrie et du Commerce et directeur d'un comité interministériel pour une politique scientifique, insista fortement auprès d'Alastair Gillespie, ministre d'État aux Sciences et à la Technologie, pour qu'Ottawa injecte davantage d'argent dans la recherche au Québec. (PROVOST, 1972: 1s.) Selon l'avis de plusieurs spécialistes, mentionnait-on aussi, le Québec possédait l'expertise et l'infrastructure nécessaires à la poursuite d'un programme sur la fusion: (traduction) «les organismes à l'origine de la proposition pourraient probablement réaliser une bonne part de la recherche si jamais un programme national était lancé». (*Ibid.*) Le provincial voyait dans ce programme important et prestigieux l'occasion de combler rapidement le «retard» du Québec dans le domaine de la recherche, de stimuler le développement industriel et de créer des emplois de chercheurs pour les diplômés des universités francophones. (*Ibid.*)

4. Il se composera de quatre délégués du MEST et de un de chacun des organismes concernés (C.N.R.C., E.A.C.L., C.C.E.A., MIC et E.M.R.). (C.N.R.C., 1973b.)

En somme, accepter l'offre québécoise et financer le projet Fusion Canada était de nature politique: si le fédéral la rejetait, il aurait été de nouveau accusé de ne pas accorder à la province sa juste part des investissements en recherche-développement et *Québec Science* aurait eu raison de titrer, dans sa livraison de novembre 1973: «Ottawa n'a pas compris». (FLEURY, p. 30.)

3. *La canadianisation d'un projet provincial*

La recommandation d'intégrer à l'aventure des scientifiques d'autres provinces avait mis en relief un inconvénient politique majeur de la proposition: un projet «canadien», c'est-à-dire «national», ne pouvait pas être défini par un groupe appartenant à une seule «région» du pays. La question de la représentativité du consortium avait en fait été soulevée dès le dépôt de la demande, mais elle prit une tournure plus conflictuelle au moment où le Ministère d'État décida d'épauler l'entreprise. Dans une lettre adressée en novembre 1973 à Aurèle Beaulnes, sous-ministre fédéral aux Sciences et à la Technologie, huit chercheurs du Département de génie électrique de l'Université d'Alberta firent valoir leurs réserves concernant la structure et la gestion du projet, déplorant que leurs rapports avec les autorités (bureau du Premier ministre, ministre et fonctionnaires du MEST) n'aient pas permis la résolution de leurs différends avec le consortium du Québec. Dans le nouveau contexte de crise énergétique, Fusion Canada était plus pertinent que jamais, mais la composition du comité responsable était contestée.

(Traduction) Nous ne pouvons accepter que cela [la forme actuelle du comité] soit conforme à la distribution historique et présente des compétences canadiennes dans le domaine de la recherche sur les plasmas. Puisque l'étude proposée a explicitement pour but de définir les objectifs et les priorités du Canada en matière de développement de l'énergie par la fusion, nous croyons important que le comité directeur ait une représentation régionale aussi large que possible. Comme il arrive souvent dans ce pays, des Canadiens de diverses régions géographiques pourraient bien envisager ces objectifs nationaux sous différentes perspectives. (BURNETT, p. 2.)

Pour les Albertains, le caractère «national» et «représentatif» du projet nécessitait la présence au comité de chercheurs provenant du Centre national de recherches, de l'Énergie atomique et des universités compétentes en la matière: celles du Saskatchewan et de la Colombie-Britannique. Naturellement, l'Ouest craignait aussi qu'après l'étude l'Est fût le mieux placé pour se transformer en «centre canadien de recherche sur la fusion». Composé du président Gilles Cloutier (IREQ), du vice-président Morrel P. Bachynski (R.C.A.), du secrétaire Brian C. Gregory (I.N.R.S. - Énergie), de Cameron Cumming (C.R.D.V.) et de Guy Paquette (Université de Montréal), le comité directeur s'assura la participation des autres institutions canadiennes en les intégrant aux équipes

d'études sectorielles.⁵ Fusion Canada fut donc finalement financé par le Ministère d'État (154 000 \$), la Commission de contrôle de l'énergie atomique (50 000 \$) et le Conseil de recherche pour la défense (30 000 \$).

L'annonce publique du projet et de son mandat eut lieu en février 1974. Son objet:

[...] d'évaluer le champ de la fusion contrôlée, de décrire, à la lumière de la situation internationale et des besoins du Canada, les actions possibles que le pays pourrait prendre, et de recommander le programme, le financement et les modalités de fonctionnement les plus avantageux pour le Canada. (Fusion Canada, 1974: 1.)

Il devait aussi envisager «la possibilité, pour le Canada, de participer à un programme fondé sur une coopération internationale, ainsi que celle de ne pas subventionner de recherche dans ce domaine». (*Id.*, Annexe A, p. 106.)

4. La justification d'un programme de recherche

Au cours de l'année que dura l'étude, les participants visitèrent trente-et-un laboratoires de recherche sur la fusion contrôlée à travers le monde, consultèrent les gens de science les plus versés dans le domaine et reçurent quatre-vingts mémoires de particuliers ou de groupes intéressés par le sujet. Le rapport final, comptant cinq volumes, fut remis au MEST quelques jours avant Noël 1974.

Le groupe d'étude recommandait d'abord «que le Canada mette sur pied un programme coordonné de recherche et de mise au point dans le domaine de la fusion contrôlée». (*Id.*, p. 41.) Après avoir envisagé différents scénarios,⁶ les auteurs suggéraient au gouvernement un programme orienté vers «le développement du savoir-faire scientifique et l'éveil sur la technologie». (*Id.*, pp. 51s.)

Pour justifier cette intervention, il fallait invoquer des arguments capables d'unir le sort du pays à celui de la recherche sur la fusion.⁷ La croissance économique, l'expansion industrielle, l'amélioration du niveau de la vie ainsi que la sécurité nationale étaient toutes directement liées à une disponibilité d'énergie en quantité suffisante et à un coût économiquement et écologiquement

5. En ce qui concerne leur composition, voir: Fusion Canada, 1974: Annexe D, pp.113-115.

6. Le comité examina quatre degrés d'implication. Le premier consistait à maintenir les recherches au niveau de 1974; le deuxième, à susciter l'éveil scientifique pour la fusion; le troisième, à développer le savoir-faire scientifique et l'éveil pour la technologie; et le quatrième, à construire un réacteur à fusion entièrement canadien.

7. Sous les vocables d'«enrôlement» et d'«intéressement», cette stratégie rhétorique est aussi décrite par CALLON et LAW.

ment acceptable. Or, au Canada, les prévisions montraient que la demande d'énergie allait croître et que les sources et les méthodes de production en usage pourraient ne pas suffire. Une fois cela posé, les auteurs devaient cependant se démarquer des partisans du système Candu comme solution aux problèmes énergétiques d'ici. Tout en admettant que le réacteur canadien et les importantes réserves intérieures d'uranium pourraient bien suffire à garantir l'auto-suffisance énergétique pendant plusieurs centaines d'années, on ajoutait que les problèmes de sécurité, de déchets radioactifs et de pollution thermique découlant de cette technique en limitaient l'usage. Par conséquent, il était impérieux d'étudier d'autres sources d'énergie. Contrairement à la fission, la fusion emploie un combustible disponible partout en quantité à peu près illimitée, l'eau, ce qui la rend nettement plus sécuritaire et plus avantageuse pour l'économie et l'écologie.

D'un point de vue technique, les auteurs rappelaient qu'il était encore possible en 1974 de coopérer avec l'étranger pour résoudre les difficultés de la fusion, mais que, une fois démontrée la faisabilité scientifique du procédé (vers 1980),⁸ cela deviendrait plus délicat, puisque la recherche porterait alors sur des aspects pratiques en rapport avec la mise au point de techniques commercialisables que les pays protègeraient jalousement. Le Canada ne possédant pas encore la compétence scientifique et technologique pour utiliser les connaissances produites ailleurs, un rejet du programme recommandé ou un retard important dans sa mise en œuvre auraient des conséquences «désastreuses», car «le Canada serait exclu de toute source de renseignements sur une des technologies de pointe les plus importantes et qui, de plus, est reliée à l'industrie la plus fondamentale: la production d'énergie. Toute nation qui se laisse ainsi exclure des progrès mondiaux industriels et technologiques met en danger son statut de nation industrialisée importante.» (*Id.*, pp. 50s.)

L'accent mis sur la sécurité énergétique nationale collait de près à la nouvelle conjoncture. Entre la proposition de 1972, qui vantait les retombées économiques et industrielles de la recherche sur la fusion, et le rapport de 1974, un événement important était venu modifier les perceptions publiques: la crise pétrolière d'octobre 1973 avait brutalement mis à l'ordre du jour la question de la sécurité des approvisionnements en énergie. Ottawa allait d'ailleurs réagir promptement à la situation en créant, en janvier 1974, un groupe d'étude chargé de planifier l'implication gouvernementale en recherche-développement dans le domaine de l'énergie et de faire des recommandations concernant la répartition des ressources entre les différents secteurs. (GINGRAS et RIVARD, p. 36.) Son document d'avril 1975 a conduit à la mise sur pied du Groupe interministériel de recherche et de développement énergétiques (G.R.D.E.). Représentant les ministères et les organismes fédéraux concernés, il reçut le

8. Notons que la «preuve» se fait encore attendre. L'année charnière de 1980 avait d'ailleurs été critiquée. Aujourd'hui, on croit que cette démonstration aboutira au cours des années 1990. Il faudrait consacrer un autre texte à la question de l'évolution de ces prédictions et de leur crédibilité.

mandat de coordonner toutes les recherches du pays dans le but de le doter de (traduction) «la capacité scientifique et technique qui lui permette d'atteindre l'autosuffisance énergétique au prix environnemental, social ou économique le plus bas possible, mais au meilleur avantage de l'industrie ou de la qualité de la vie». (E.M.R., 1975: 8.) Comme on le verra plus loin, les choix relatifs à la recherche sur la fusion allaient eux aussi passer par ce canal.

5. *L'illusion du consensus*

Les institutions gouvernementales cherchent volontiers à donner l'impression du caractère consensuel et nécessaire des décisions prises, en invoquant le modèle de l'action rationnelle. Le Ministère d'État aux sciences et à la technologie avait intérêt, une fois le projet accepté, à faire oublier l'épisode conflictuel qui avait précédé sa mise en œuvre en donnant une version officielle du projet. Ainsi, lorsque le rapport final, sept mois après son dépôt, sera rendu public, le ministre pourra affirmer que la proposition était arrivée à point nommé au moment où le gouvernement avait besoin d'une étude lui permettant d'orienter son action dans le domaine de la recherche-développement sur la fusion, alors que ce «besoin» avait été créé par la demande «non sollicitée» des chercheurs du Québec; que la composition du comité directeur n'avait jamais posé de problèmes, alors que sa «canadianité» avait été largement contestée; enfin que les demandeurs possédaient, de toute évidence, l'expertise pour réaliser l'étude et avaient l'avantage de compter des membres dans les secteurs industriel, gouvernemental et universitaire, alors que leur représentativité avait été mise en doute. (MEST, 1975c.)

6. *Le choix des priorités*

Pour Fusion Canada, le programme devait comprendre des «activités viables de recherche appliquée et de mise au point dans les domaines du confinement inertiel par laser, du confinement magnétique par machine Tokamak, des matériaux de réacteurs à fusion soumis à un flux neutronique, et de l'ingénierie des systèmes». (Fusion Canada, 1974: 58.) À ces fins, il était conseillé de confier la mise en chantier et la coordination du travail à un laboratoire central. La participation des universités et de l'industrie se ferait par le biais de contrats de recherche spécifiques ou de fabrication des composantes de certains appareils.

Compte tenu des coûts anticipés, environ 70 millions, et du fait qu'il s'agissait d'une entreprise à long terme concernant tout le pays, on recommandait que le gouvernement central assume l'entière responsabilité de son administration et de son financement, et que sa gestion soit confiée à une agence fédérale ayant la compétence nécessaire.

Tout en suggérant au gouvernement d'investir dans quatre sous-programmes, le rapport ne privilégiait aucun d'entre eux. Il reviendrait au Comité consultatif du Ministère d'État de classer les programmes par ordre de priorité.⁹ En mars 1975, on y endossait globalement l'orientation et les conclusions de l'étude, mais on préconisait un réaménagement du programme. Pour assurer un rendement optimal des ressources limitées, il fallait concentrer les activités dans le secteur le plus profitable au Canada: tirer le maximum des acquis du Candu et, par conséquent, orienter le projet vers la conception d'un système hybride fission-fusion. (MEST, 1975b: 3.)

Dans cette perspective, c'est la voie du confinement inertiel qui semblait la plus prometteuse. D'une part, elle permettrait de miser sur l'expertise canadienne avec les lasers de haute puissance et d'assurer aux entreprises du domaine (Lumonics, Gentec, R.C.A.) des retombées importantes. D'autre part, elle s'harmonisait mieux avec la technologie du Candu: la mise au point d'un système de fusion utilisant des lasers exige en effet des sources de neutrons dont les premiers prototypes auraient une utilité immédiate dans des réacteurs hybrides, en attendant d'atteindre la puissance requise par ceux à fusion. Priorité, donc, au confinement inertiel. (MEST, 1975a: Annexe 1, p. 3; ROWAT.) L'étude des matériaux venait en seconde place et l'on recommandait de ne pas se lancer dans la construction de Tokamaks. (Fusion Canada, 1975.)

Les conclusions du Comité consultatif du MEST, jamais rendues publiques, modifiaient considérablement les propositions émises par Fusion Canada, mais deviendront l'une des sources d'inspiration du gouvernement fédéral et, plus spécifiquement, du Groupe interministériel sur la recherche et le développement énergétiques.¹⁰

Le groupe devait jouer le rôle d'arbitre administratif ultime, avant le cabinet, de la politique énergétique. Qu'il ne comportât aucun représentant de l'industrie ou des universités le rendait plus sensible aux pressions de l'appareil scientifique central, au cœur duquel se trouvait le Conseil national de recherches du Canada. (GINGRAS et RIVARD, p. 36.) Déjà engagé pour son propre compte dans la recherche sur les lasers, cet organisme allait se voir confier la

9. Il était présidé par P. A. Redhead (C.N.R.C.) et comprenait E. S. Sanderson (MIC), W. B. Lewis (Université Queen's, nommé par l'Association canadienne des physiciens), T. Rogers (Université Carleton, nommé par l'Engineering Institute), J. Leslie (Hydro-Ontario, nommé par le C.N.R.C.), G. C. Hanna (E.A.C.L.) et P. Charbonnier (E.M.R.). (MEST, 1974; REDHEAD: Annexe 6.)

10. Le 31 janvier 1975, P.-L. Bourgault du MEST, invité à présenter aux membres du Comité consultatif leur nouveau mandat concernant l'évaluation du rapport de Fusion Canada, précise que la façon dont les conclusions des signataires seront utilisées dépendra des recommandations du Comité consultatif. (MEST, 1975a: 2.) En juillet 1977, dans une discussion concernant le programme avancé par le C.N.R.C., un fonctionnaire du MEST fera remarquer que (traduction) «le document (du centre) réfère au rapport de Fusion Canada, alors que le programme du gouvernement est présumément basé sur le rapport du Comité consultatif». (ROWAT.)

tâche de fixer les objectifs prioritaires de recherche sur la fusion.¹¹ (KEYS.) Logique du point de vue de l'administration, cette affectation n'allait pas être sans conséquences sur la façon dont le programme serait perçu par les autorités gouvernementales et par les chercheurs universitaires, car elle aura pour effet de transformer le programme *national* de fusion, mis de l'avant par les scientifiques québécois, en programme *fédéral* défini par une créature d'Ottawa. Ceux qui, deux ans plus tôt, avaient entrepris dans les officines de la capitale une opération de réflexion sur la fusion se trouvaient ainsi exclus du mécanisme de décision.

7. Le programme du C.N.R.C., national ou fédéral?

En juillet 1975, le Conseil national de recherches soumit son avis au Groupe interministériel. En plus de privilégier le confinement inertiel, on proposait la constitution d'un centre de recherche national situé à l'intérieur d'un organisme disposant déjà d'un large éventail de compétences et d'équipements. Or, au Canada, le seul correspondant à cette définition était le C.N.R.C.: ses laboratoires détenaient une expertise reconnue à l'échelle internationale dans les domaines des lasers CO₂ de haute puissance et des interactions laser-plasma, et ses cadres possédaient une vaste expérience dans la gestion de programmes de recherche majeurs. (C.N.R.C., 1974: 5; TRERD, p. 2.)

Le document que le groupe de travail déposa au cabinet des ministres en décembre 1975 ne fit toutefois pas une très large place au programme élaboré par le C.N.R.C. On estima que la proportion des efforts consacrés au nucléaire dans l'ensemble de la recherche fédérale sur l'énergie était déjà trop grande et que le gouvernement devait plutôt diversifier ses approches du côté de la conservation, du charbon et des énergies renouvelables. (GINGRAS et RIVARD, p. 37.) Assimilé à la composante nucléaire, le programme de fusion fut classé non prioritaire et ne reçut aucun financement du conseil du Trésor pour l'année fiscale 1975-1976. En acceptant d'intégrer la fusion au programme nucléaire, le G.R.D.E. en reconnaissait tout de même la légitimité. La possibilité restait donc ouverte, dans l'éventualité d'une forte croissance des crédits destinés à la recherche-développement énergétique, qu'une part revienne au C.N.R.C. pour mettre en œuvre un programme de fusion.¹² Le Conseil des sciences venait d'ailleurs de publier un rapport (celui dont il avait été question plus haut) sur la situation énergétique du Canada, dans lequel il faisait, lui aussi, une place à la fusion. (C.S.C., pp. 79s.)

11. Entrevue avec Redhead, Ottawa, 6 septembre 1988.

12. Suivant en cela les recommandations du Groupe interministériel de recherche et de développement énergétiques, le conseil du Trésor souligna au C.N.R.C. que, dépendant des discussions entre organismes et ministères, il demeurerait possible que des fonds soient ultérieurement dégagés pour cette recherche. (MEST, 1976a: 1.)

Le C.N.R.C. se remit donc à la tâche et, au printemps 1976, prépara une nouvelle demande. Cherchant de nouveaux appuis, il invita Gilles Cloutier à commenter cette proposition. Après avoir souligné cette première participation d'un membre du projet québécois aux démarches de l'organisme fédéral, Cloutier observa que le programme envisagé appuyait trop sur la recherche faite dans les laboratoires du centre et que, dans ce sens, il s'agissait bien plus d'un plan «gouvernemental» que d'un plan «national». (C.N.R.C. 1976: 1.) Pour le président de Fusion Canada, un programme authentiquement national devait mettre de la partie toutes les institutions canadiennes, les universités et les entreprises de technologie avancée possédant l'expertise nécessaire, tant dans la phase de la conception que dans celle de l'exécution. S'attardant au contenu, il insista pour que la voie du confinement magnétique reçoive un appui plus important et que le Canada se dote d'installations dans ce secteur. (*Id.*, pp. 1s.) Peu après, à travers le pays, la plupart des chercheurs universitaires et même des firmes spécialisées firent écho à ces critiques.¹³ (GREGORY; I.N.R.S. – Énergie.) Ce genre d'opposition entre scientifiques gouvernementaux et scientifiques universitaires refait surface chaque fois qu'il s'agit de définir et de localiser un programme de recherche d'envergure; typique des milieux scientifiques canadiens, elle serait plus déterminante, selon Bruce DOERN, que la traditionnelle lutte entre disciplines dans l'affectation des fonds de recherche. (P. 195.)

Quelques arguments des universités réussirent tout de même à toucher des cordes sensibles chez les membres du Groupe interministériel. Pour le Ministère d'État aux sciences et à la technologie, par exemple, le programme du C.N.R.C. aurait beaucoup gagné en crédibilité s'il avait inclus des engagements concrets de la part des sociétés canadiennes. Un représentant de la Commission de contrôle de l'énergie atomique renchérit: pour devenir vraiment «nationale» la recherche sur la fusion devrait pouvoir compter sur des investissements privés. Le ministère croyait même que cet objectif serait mieux servi si le Centre de recherche en confinement inertiel était implanté en milieu industriel, à la manière du bras manipulateur spatial construit pour la NASA par un consortium dirigé par Spar Aerospace. (TRERD, p. 3.)

Ces objections incitèrent le Centre national de recherches à apporter quelques corrections cosmétiques à ses propositions, mais leur orientation générale demeura inchangée: la priorité allait toujours au confinement inertiel, c'est-à-dire au développement de lasers TEA-CO₂, et au centre spécialisé dans ses laboratoires. Quant au confinement magnétique et à la composition des matériaux, une faible augmentation des ressources suffirait à assurer, d'une part, le maintien des groupes canadiens qui s'y étaient engagés et, d'autre part, la participation des chercheurs d'ici à des projets étrangers. Pour parer aux accusations de monopoliser la recherche sur la fusion, le C.N.R.C. s'engagea à ce que son unité de recherche en fusion recourt souvent aux services des universités et des entreprises du pays. (MEST, 1976b: 1.) Enfin, faisant écho à la ligne du

13. Entrevue avec Redhead, Ottawa, 6 septembre 1988.

G.R.D.E., il fit mieux ressortir comment la fusion était un pas (traduction) «vers la satisfaction des besoins énergétiques futurs du Canada». (MEST, 1976c: 3.) Malgré les réunions et les accommodements, le conseil du Trésor ne débloqua aucun fonds au cours des deux années suivantes, le Groupe interministériel continuant à refouler la fusion au bas de la liste des priorités.

Cet immobilisme souleva l'inquiétude des milieux universitaires et du C.N.R.C. quant à l'avenir de la recherche sur la fusion au pays. En avril 1977, des scientifiques de l'Institut d'études aérospatiales de l'Université de Toronto (INAUT) demandèrent au Ministère à la technologie d'organiser une rencontre au cours de laquelle ils pourraient faire part de leurs préoccupations. On accepta et la rencontre eut lieu le même mois. (MEST, 1977: 1.)

Le directeur général du Bureau de recherche et de développement énergétique, qui servait de secrétariat au G.R.D.E., expliqua que la conjoncture n'était pas propice au programme de fusion, que l'objectif le plus pressant pour l'heure était de garantir l'approvisionnement du pays en carburant fossile pour les vingt ou trente prochaines années et, de plus, que la situation de crise où était né le plan de recherche-développement énergétique avait contribué à l'orienter vers des solutions à court et à moyen terme, alors que la fusion visait, au mieux, le long terme. Il indiqua aussi que les pressions politiques qui s'exerçaient au Canada étaient le plus souvent favorables à des sources d'énergie non nucléaires; finalement, que les coûts énormes déjà encourus par le programme en fission rendaient les décideurs publics, essentiellement le cabinet et le conseil du Trésor, très hésitants à s'engager dans la nouvelle aventure de la fusion. (*Id.*, pp. 1s.)

Deux autres facteurs pesaient encore sur la position du C.N.R.C.: le rapport Lamontagne et la règle d'«impartition». Le premier, issu d'une commission sénatoriale sur la politique scientifique, avait sévèrement critiqué le Centre national pour avoir mis l'accent sur la recherche fondamentale et concentré une large part de la recherche-développement canadienne dans ses propres laboratoires. Les sénateurs avaient en quelque sorte rendu le centre responsable du sous-développement de la recherche industrielle et universitaire au pays. En réaction, l'exécutif fédéral avait adopté en 1972 une règle dite d'«impartition» obligeant les laboratoires gouvernementaux à offrir davantage de contrats en recherche-développement aux industries et aux universités. (WILSON.) Les propositions du C.N.R.C. allaient donc à l'encontre de cette mesure qui avait plutôt pour effet de limiter la croissance de ses activités. En plus de ne pas correspondre aux priorités du Groupe interministériel, le programme de fusion était donc désavantagé par le fait que, présenté par le Centre national de recherches, il était perçu comme un autre programme «fédéral» et non comme un effort «national» impliquant directement les compagnies et les universités du pays.

Pour contourner ces difficultés, le C.N.R.C. mit sur pied, à l'été 1977, un comité consultatif sur la fusion devant reformuler son programme. Cette fois,

la perspective serait nationale: les neuf membres venaient des universités, de l'industrie, des autres agences gouvernementales intéressées, bref, des milieux jusque-là écartés de la prise de décision.¹⁴ Mais surtout, le rapport des forces mobilisées par la fusion se trouvait déplacé: les quatre voix du Québec avaient toutes été de la direction du projet Fusion Canada; les milieux industriels étaient représentés par deux compagnies québécoises, M.P.B. Technologies inc. de Montréal et Canatom ltée; enfin, plusieurs des institutions présentes autour de la table penchaient davantage vers la voie du confinement magnétique que vers celle du confinement inertiel.

Dès sa première réunion, le comité examina la demande de fonds que le centre comptait adresser au Groupe interministériel pour l'année budgétaire 1978-1979. On contesta à nouveau la décision du C.N.R.C. de créer immédiatement dans ses propres laboratoires un Centre national de recherche sur la fusion en insistant sur la nécessité d'utiliser les crédits fédéraux pour inciter d'autres bailleurs de fonds, en particulier les gouvernements provinciaux, à s'impliquer. (C.N.R.C., 1977a: 4.) Révisant le devis du C.N.R.C., on accepta un sous-programme sur le confinement inertiel, mais tint à donner au volet sur le confinement magnétique presque autant d'importance, dans une perspective «d'éveil scientifique» et pourvu qu'il soit concentré dans quelques domaines bien précis. (*Id.*, pp. 6s.) En une seule réunion, le Comité consultatif avait donc considérablement modifié le programme échafaudé par le Centre national de recherches durant les trois années antérieures.

8. À Varennes, de la science à la technologie

Depuis le dépôt du rapport Fusion Canada en novembre 1974, les chercheurs québécois intéressés par la fusion n'étaient pas restés inactifs. En 1977, quelques mois avant la constitution du Comité consultatif du C.N.R.C., l'I.N.R.S. – Énergie et l'IREQ avaient soumis à Approvisionnements et services Canada, à la faveur de la règle d'«impartition», une proposition dite «spontanée». L'étude reposait sur la construction «d'une machine Tokamak de dimension modeste», capable d'assurer «au Canada la préparation technologique nécessaire à des engagements ultérieurs plus importants». (P. ii.)

Selon les auteurs, la multiplication des résultats expérimentaux encourageants obtenus dans le domaine du confinement magnétique et la meilleure compréhension des principes physiques en cause faisaient de celui-ci une voie de recherche beaucoup plus avantageuse que celle du confinement inertiel. Quant au choix d'un Tokamak, il allait de soi: la communauté internationale le

14. Les membres étaient M. P. Bachynski (M.P.B. Technologies inc.), président, G. Cloutier (IREQ), J. H. de Leeuw (INAUT), B. C. Gregory (I.N.R.S. – Énergie), R. R. W. Guard (Canatom ltée), G. C. Hanna (E.A.C.L.), A. A. Offenberger (Université d'Alberta), P. A. Redhead (C.N.R.C.) et H. M. Skarsgard (Université du Saskatchewan).

considérait comme l'appareil le plus prometteur pour le confinement magnétique.

Au fait que le Canada ne disposait pas des ressources techniques et financières nécessaires à la construction d'un Tokamak de grande dimension, les chercheurs souhaitaient s'arrêter sur deux problèmes, les impuretés et la «microturbulence», qui, en plus d'être pertinents à l'échelle mondiale, pouvaient être abordés avec une machine de petite taille.

Composée de neuf physiciens et de cinq ingénieurs, l'équipe se présentait comme ayant «une expertise collective unique au Canada» dans les domaines du confinement en configuration torique (Tokamak et Stellarator) et du dommage aux matériaux des réacteurs à fusion causé par le bombardement de particules rapides. On faisait également valoir la réputation outre-frontières de l'IREQ en génie électrique et en ingénierie des systèmes. (*Id.*, p. 12.)

Soumise au Comité consultatif du C.N.R.C., malgré que venaient d'y être nommés des représentants des futurs partenaires du projet Tokamak, la demande fut jugée inacceptable pour des raisons administratives: l'Institut de recherche d'Hydro-Québec étant rattaché à une société d'État, il n'était pas admissible au nouveau programme de subventions thématiques aux universités que le Conseil de recherches en sciences naturelles et génie (C.R.S.N.G.) venait de lancer pour orienter la recherche vers des secteurs d'intérêt national, dont l'énergie; une créature universitaire pour sa part, l'I.N.R.S. – Énergie échappait à un autre programme destiné, celui-là, à encourager les relations entre les laboratoires gouvernementaux et l'industrie. Le comité suggéra donc à l'IREQ de présenter une variante de son projet conformément à ce programme, et à l'I.N.R.S. de s'associer avec d'autres universités afin de se qualifier pour le premier programme. (C.N.R.C., 1977a.)

Modifiée et étoffée, la dernière proposition fut prête dès septembre 1977. Passée de 17 à 42 pages et rebaptisée, elle était moins académique que la précédente et faisait ressortir clairement l'attrait technologique de la recherche, ce qui n'était pas évident dans la premier jet. D'une version à l'autre, les paramètres techniques du Tokamak et le programme expérimental envisagé demeurèrent toutefois inchangés bien que présentés différemment. Auparavant «scientifique», il était maintenant «technologique et scientifique». (IREQ *et al.*, p. 2.) Alors que l'étude initiale était orientée vers l'avancement des connaissances scientifiques et technologiques dans le domaine de la fusion, celle-ci insistait davantage sur l'objectif «de développer ce savoir-faire au Canada dans le secteur industriel, y compris les services publics d'électricité, et dans le secteur universitaire». (*Id.*, p. 3.) En avril, on voulait explorer en détail les phénomènes physiques fondamentaux responsables des performances des Tokamaks (IREQ et I.N.R.S. – Énergie, p. 5.); en septembre, on se penchait «principalement sur des problèmes de nature technologique». (IREQ *et al.*, p. 4.) Bref, le projet amendé «ayant deux composantes technologiques et une composante scientifique, [remplirait] parfaitement l'objectif de développer au

Canada, la base technologique du domaine de confinement magnétique». (*Id.*, p. 5.)

Pour accroître encore davantage sa légitimité, la nouvelle demande invoquait le point de vue de l'Agence internationale de l'énergie, dont le Canada était membre, selon lequel il fallait investir davantage dans les projets de recherche technologique plutôt négligés par les organismes de grande dimension. Le devis de recherche, insistait-on, avait été conçu pour être complémentaire au programme TEXTOR, de Jülich (R.F.A.), coordonné par l'Agence et auquel le Canada était appelé à participer, de même qu'aux autres grands projets américains et européens. (*Id.*, p. 4.) Tout en augmentant les chances de réussite, cette approche limitait l'éventail des choix techniques. En somme, les contraintes politiques et budgétaires ont pesé aussi lourd sur la sélection des caractéristiques de l'appareil que l'expérience proprement scientifique ou technique des chercheurs.

Les promoteurs originaux s'étaient aussi adjoints d'autres partenaires: des physiciens de l'Université de Montréal et deux compagnies privées (Canatom et M.P.B. Technologies). «Les résultats de cette collaboration, insistaient-ils, sont l'assurance du transfert de technologie à ceux qui peuvent l'exploiter commercialement et l'implication des chercheurs dans la solution de problèmes réels d'intérêt national dans le domaine de l'énergie.» (*Id.*, p. 1.) En fait, hormis Canatom, les nouveaux venus reconstituaient l'équipe qui, en 1974, avait mené l'étude Fusion Canada.¹⁵ Des points de vue scientifique et technologique, l'intégration de onze physiciens et d'un ingénieur renforçait considérablement l'expertise du consortium en matière de confinement torique. (*Id.*, p. 41.) La participation de l'IREQ, de Canatom et de M.P.B. Technologies était d'autant plus opportune que le gouvernement fédéral souhaitait ardemment, à cette époque, que l'industrie et les gouvernements provinciaux s'associent davantage dans des projets en recherche-développement.

Par ailleurs, l'ouverture du projet à certains chercheurs des autres provinces allait permettre au groupe d'éviter, au moins en partie, la question de la représentativité nationale à laquelle s'était butée Fusion Canada trois ans plus tôt. En sollicitant l'implication d'une autre équipe canadienne travaillant activement dans le domaine, dirigée par les professeurs Skarsgard et Hirose de l'Université du Saskatchewan, le consortium revêtait d'une étiquette «pancanadienne» ce qu'on allait bientôt appeler «projet Tokamak».

La question du financement était aussi abordée de manière stratégique. Alors que la proposition initiale se contentait d'évoquer la possibilité des frais partagés, leurs modalités en étaient maintenant énoncées: en prenant à leur charge une bonne part de l'équipement et du personnel, les membres du projet

15. À cette époque, M. P. Bachynski était à l'emploi de la compagnie R.C.A. Il forma par la suite sa propre entreprise, M.P.B. Technologies inc., dans laquelle il engagea une bonne partie des chercheurs avec lesquels il avait travaillé chez R.C.A.

assumeraient, pendant trois ans, presque la moitié des coûts (2,9 millions, 47%), le reste provenant d'Ottawa. (*Id.*, p. 2.) De plus, pour respecter les «perspectives budgétaires limitées du programme national de recherche et développement en fusion nucléaire», on n'y ferait appel que pour couvrir 9% de la facture. (*Id.*, p. 17.) Les projets précédents — ceux du Centre national de recherches tout particulièrement — avaient toujours abandonné le fardeau entier au gouvernement central.

Cette stratégie budgétaire tenait compte de plusieurs facteurs. Tout d'abord, en n'exigeant qu'une contribution restreinte du programme national en fusion, le consortium contournait délicatement l'opinion, majoritaire à cette époque dans la capitale, plus favorable au confinement inertiel qu'au confinement magnétique. De plus, dans le contexte plus large de la politique scientifique canadienne, l'approche du groupe québécois avait le net avantage de suivre les lignes directrices de la politique fédérale d'«impartition» en associant au projet deux entreprises en technologie avancée, une compagnie provinciale d'électricité et deux institutions universitaires, soit tous les ingrédients propres, aux yeux des ministères, à faciliter l'innovation et le transfert technologique vers les industries de pointe.

9. *D'un projet québécois à un programme national*

Quand la proposition des Québécois aboutit au C.N.R.C., son Comité consultatif sur la fusion venait de créer deux sous-comités chargés de définir les orientations d'un programme national de recherche dans les domaines du confinement magnétique et inertiel. Composé de M. P. Bachynski (M.P.B. Technologies), R. Bolton (IREQ), G. Cloutier (IREQ), B. Gregory (I.N.R.S. — Énergie), R. Guard (Canatom) et H. Skarsgard (Université du Saskatchewan), celui du confinement magnétique, qui devait évaluer le projet Tokamak, ne comptait en fait qu'un seul membre n'appartenant pas au consortium québécois. Cette représentation reflétait alors assez bien la répartition géographique des compétences canadiennes en cette matière. Comme Skarsgard avait, lui aussi, un projet majeur à soumettre, la réunion fut l'occasion d'un premier affrontement, car cette instance avait sur sa table deux demandes ayant trait à la construction de machines similaires quant à leurs dimensions et à leurs principaux paramètres.

Parlant au nom de son groupe, Skarsgard disait que la recherche sur le confinement magnétique devait d'abord commencer par plusieurs brèves expériences qui, à une étape ultérieure, fourniraient les fondements d'une expérimentation plus large, possiblement sur machine toroïdale. (C.N.R.C., 1977b: 6.) Son projet, STOR-II, de construire un petit Tokamak pour étudier le problème spécifique de la «limite poloïdale bêta» correspondait évidemment à une telle orientation. (HIROSE et SKARSGARD.)

Les autres membres du sous-comité doutaient que le maigre budget du programme national ne permette la multiplication des expériences sur le confinement magnétique. Il serait probablement préférable de concentrer les ressources sur une seule conçue en fonction d'une machine toroïdale de dimension moyenne. À cet effet, Bachynski, président du Comité consultatif, répéta qu'il fallait faire un usage optimal des crédits fédéraux tout en ayant recours autant que possible à d'autres sources de financement. Il souligna aussi la nécessité d'élaborer des programmes à forte composante technologique avec participation industrielle pour se conformer aux directives gouvernementales d'aide au développement des entreprises à haute intensité technologique. (C.N.R.C., 1977b: 2.) Ces arguments favorisaient évidemment le projet Tokamak au détriment du projet STOR-II, car ce dernier était d'orientation essentiellement scientifique et universitaire. Aucune entreprise en technologie avancée n'y était associée et ni le gouvernement du Saskatchewan ni les compagnies d'électricité de la province n'avaient manifesté un quelconque intérêt à s'y engager. L'incapacité du groupe de l'Ouest de recruter de nouveaux alliés fit forcément pencher la balance en faveur du groupe québécois qui, de son côté, avait réussi à enrôler des acteurs devenus importants en regard de la politique scientifique fédérale élaborée après le rapport Lamontagne.

Le sous-comité recommanda donc (traduction) «que le financement partagé d'un programme en confinement magnétique soit confié au C.N.R.C. et à Hydro-Québec dans les limites du programme national sur la fusion». (*Ibid.*) Les Québécois devaient susciter la participation de tous les chercheurs canadiens concernés et, en particulier, celle du groupe de Saskatoon. L'un des membres du sous-comité, cosignataire de la demande, put aussitôt confirmer que (traduction) «l'I.N.R.S. était disposé à engager certaines de ses propres ressources financières et à orienter son programme en fonction de cette approche». (*Ibid.*)

L'avis du sous-comité fut discuté par le Comité consultatif en octobre. On souleva surtout l'opportunité de financer une seule expérience en confinement magnétique, alors que deux groupes importants étaient actifs dans ce domaine. Plusieurs membres trouvaient prématuré de choisir entre les deux projets. (C.N.R.C., 1977c: 6.) Toutefois, le comité appuya l'idée d'un programme de recherche sur le confinement magnétique dont l'un des deux volets serait la construction d'une machine expérimentale toroïdale de dimension moyenne. (*Ibid.*) Du coup, il se démarquait radicalement des orientations retenues par le C.N.R.C. jusque-là. Au lieu de limiter les travaux sur le confinement magnétique à des collaborations avec les laboratoires étrangers, le comité lui accordait maintenant une attention suffisamment élevée pour justifier d'y investir une part considérable des ressources du programme national. Un virage crucial, en faveur du Québec, avait été pris.

10. Québec contre Ottawa, l'histoire se répète

Le comité restait pourtant divisé sur l'étendue du programme. Il rejeta l'idée de se lancer immédiatement dans la construction du Tokamak de Varennes avant d'avoir examiné les demandes relatives à la fusion adressée au programme de subventions thématiques du Conseil de recherche en science naturelles et en génie.¹⁶ De plus, on ne se sentait pas financièrement capable de supporter une installation aussi importante au risque de geler le volet magnétique avant même d'avoir élaboré et rendu publiques les lignes directrices du programme en fusion.

Les membres du consortium québécois réagirent, comme ils l'avaient fait quatre ans plus tôt, en appelant publiquement les politiciens à leur rescousse, par le biais d'une conférence de presse à laquelle *Le Devoir* fera écho: «Les chercheurs de l'I.N.R.S. accusent Ottawa de discrimination.» (PROVOST, 1977.) Pour B. C. Gregory, le Québec avait fait œuvre de pionnier dans le domaine de la fusion nucléaire et c'était à Montréal que se trouvait la plus grande concentration canadienne d'experts dans le domaine. Il déplorait le fait que, faute d'un financement suffisant, les efforts alors en cours ne pourraient être poursuivis encore bien longtemps.

Notre situation de force commence à se dégrader. D'autres groupes, surtout en Ontario, ont commencé à développer des équipes. Certains laboratoires universitaires ont même reçu des contrats de recherche dans le domaine de la fusion, alors qu'on rejette nos propositions sous prétexte que le gouvernement n'a pas de programme national en fusion. (*Ibid.*)

Pour plusieurs des Québécois, les décisions du gouvernement constituaient «un effort concerté pour miner la position des chercheurs francophones», «un mouvement dirigé contre le Québec». (*Ibid.*)

Gregory rappela qu'à l'époque du projet Fusion Canada le fédéral avait retiré des mains des Québécois le dossier du programme national en fusion pour le confier au Centre national de recherches qui avait alors dessiné un projet favorable presque uniquement au confinement inertiel, voie où il était déjà bien engagé. Il fallait donc que le provincial intervienne afin qu'Ottawa ne concentre pas hors du Québec toutes les compétences canadiennes en fusion, comme on l'avait fait pour la fission. (*Ibid.*) Les fonctionnaires du Ministère d'État aux sciences et à la technologie récusèrent les accusations des chercheurs du consortium, mais n'ignoraient nullement que toute cette affaire pouvait bien devenir (traduction) «l'occasion d'une sérieuse détérioration de [leurs] rapports avec le Québec». (DESMARAIS, p. 3.) En effet, l'élection du Parti québécois une année plus tôt ne pouvait que compliquer davantage des relations déjà tendues entre le fédéral et le provincial.

16. Depuis 1978, le conseil remplace le C.N.R.C. à titre d'organisme subventionnaire à la recherche, le Centre national n'administrant désormais que ses laboratoires.

Au lendemain de ces événements, le comité changea radicalement d'attitude à l'égard du projet Tokamak. Appelé à évaluer les quatorze propositions de recherche reçues au premier concours du programme de subventions thématiques, parmi lesquelles figurait celle de 390 000 \$ du directeur Gregory de l'I.N.R.S. - Énergie, il la classa deuxième dans la catégorie «hautement prioritaire». Bien que le montant fut réduit à 250 000 \$, cette aide demeurait de loin la plus importante de toutes celles approuvées par le comité. (C.N.R.C., 1977d: 1s.) Les concurrents du projet québécois, le STOR-II du Saskatchewan et le «Tokamak Simulator» de l'Université McMaster, furent tous deux jugés non prioritaires. (*Id.*, p. 4.) Cette décision ne concernait que les subventions thématiques et n'engageait pas encore le programme national de fusion dont les priorités n'étaient pas encore arrêtées. En pratique les Québécois prenaient ainsi une longueur d'avance sur leurs rivaux. Pourtant, au grand étonnement des membres du Comité consultatif, le Conseil de recherches en sciences naturelles et génie, à qui revenait la décision finale, refusa de financer l'étude québécoise. (LATOUR.)

Ce nouveau revers ne fut toutefois que de courte durée, car quelques semaines plus tard, le comité apprit que le gouvernement accordait enfin un budget de 400 000 \$ au programme national de fusion pour l'année 1978-1979. Après discussion avec Bachynski, président du Comité consultatif et l'un des proposants québécois, le président du C.N.R.C. demanda au comité de se prononcer officiellement en faveur d'intégrer au programme le projet du Québec. Acceptant finalement d'y reconnaître (traduction) «une composante majeure du programme national en fusion», le comité ajoutait néanmoins qu'il ne devait pas handicaper la mise en œuvre des autres volets, notamment le démarrage de la recherche sur le confinement inertiel, si chère au Centre national de recherches. (C.N.R.C., 1978a: 5.) Annoncé publiquement en juillet 1978, le programme national en fusion nucléaire du centre devait finalement comprendre deux éléments: la fusion par laser (confinement inertiel) et la fusion par confinement magnétique. (C.N.R.C., 1978b: 2s.)

Un contrat de 320 000 \$ (dont 200 000 \$ du programme destiné à promouvoir la collaboration entre industrie et laboratoires publics) fut accordé à Hydro-Québec pour faire «une étude en vue de la mise au point dans le cadre du programme canadien de fusion d'une installation de recherches technologiques et scientifiques en confinement magnétique». (Canada, 1980: 2.) De leur côté, les chercheurs de l'I.N.R.S. - Énergie et de l'Université de Montréal obtinrent une subvention de 260 000 \$ du C.R.S.N.G. (HALLIWELL, p. 2.)

À l'automne 1979, l'étude de faisabilité était terminée et soumise au Centre national de recherches. L'expertise acquise au cours de ce travail faisait naturellement du groupe québécois la seule équipe canadienne capable de fabriquer l'appareil suggéré, et l'année suivante le consortium obtenait le contrat de

construction, dans les édifices de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec à Varennes, d'un Tokamak destiné à entrer en fonction en 1987.¹⁷

*
* *

Dans son étude sur la seconde génération d'accélérateurs du Centre européen de recherches nucléaires, Dominique PESTRE (1987: 94) signale que toute décision visant la construction d'un gros équipement de recherche «n'est pas simplement un choix optimal-rationnel fait dans une liste exhaustive de possibles parfaitement définis». Elle est plutôt la «résultante d'une suite de micro-décisions qui réduisent progressivement les possibles et les libertés de choix futures». De ce point de vue, la décision de mettre en œuvre un programme national en fusion et de fabriquer un Tokamak n'est pas le fruit d'un choix effectué à un moment donné par une personne ou un groupe précis. Elle n'est pas plus le produit inéluctable du développement des connaissances scientifiques sur la fusion que celui de la volonté des fonctionnaires fédéraux concernés par les questions énergétiques de mettre sur pied un «programme national» ou encore celui du désir des chercheurs canadiens dans le domaine de se doter d'équipements de recherche importants. La multiplicité des facteurs, dont l'importance varie au fil du temps, est telle qu'aucun des acteurs intéressés ne pouvait à quelque moment les maîtriser tous et être omniscient. Ainsi, le résultat de toute dynamique décisionnelle entre plusieurs parties aux intérêts divergents est non seulement incertain mais en partie contingent, car il dépend de la capacité de chacun des participants de tirer profit de la conjoncture en adaptant ses objectifs à la situation ou en recrutant de nouveaux alliés. Il est donc vain de chercher à établir la hiérarchie des facteurs pesant sur le choix final. En effet, tous n'intervenant pas en même temps et dans un environnement fixe, on ne peut définir une unité stable qui permette de construire un étalon servant en quelque sorte à mesurer la force causale de chacun d'eux.

Essentiellement qualitatif et «sociohistorique», le mode d'analyse employé ici permet tout de même d'identifier des moments clés où les acteurs déploient d'autres stratégies. C'est à ces temps forts qu'on peut observer quel groupe réussit à se «réaligner» pour faire face à la nouvelle conjoncture. Dans le cas étudié, l'année 1977 marque un tournant d'importance dans le rapport des forces opposant l'équipe de Varennes à ses concurrents du Saskatchewan et du Centre national de recherches. Cependant, ce virage est l'aboutissement d'une suite d'événements qui, depuis 1973, ont modifié considérablement et de façon

17. Pour une analyse détaillée de cette étape, au cours de laquelle interviennent des choix techniques dictés en partie par des contraintes budgétaires et des règles d'achat, on pourra consulter TRÉPANIÉ.

imprévisible le contenu du programme «national» pour la fusion mis de l'avant en 1974.

Bien que certains acteurs sociaux aient eu intérêt à souligner le caractère de planification et de nécessité des décisions (comme l'a montré la section consacrée à l'histoire officielle), nous croyons que la complexité des interactions devrait suffire à convaincre politologues, économistes et sociologues que les prises de décision à long terme ne sont que la concaténation de micro-décisions dont chacune, atteinte dans des conditions temporelles spécifiques, ne détermine qu'en partie la suivante parce que des événements nouveaux et inattendus peuvent toujours surgir.¹⁸ En somme, cette étude de cas met en évidence une fois de plus le fait que l'incertitude et son corollaire, le risque, sont au cœur de tout processus décisionnel et demeurent des éléments incontournables qui rendent possible ce qu'on nomme, *a posteriori* et selon l'appréciation que les parties font du résultat, des «éléphants blancs» ou des «réussites remarquables».

Yves GINGRAS

Département d'histoire,
Université du Québec à Montréal.

Michel TRÉPANIER

Conseil de la science et de la technologie,
Gouvernement du Québec.

BIBLIOGRAPHIE

- A.I.E.A., *Plasmas Physics and Controlled Nuclear Fusion Research*, Vienne, Agence internationale d'énergie atomique. (Actes de la III^e Conférence internationale, 1-7 août 1968.)
- ARTHUR, W. Brian *et al.*, «Path-dependent processes and the emergence of macro-structure», *European Journal of Operational Research*, 30, 3: 294-303.
- BROMBERG, J. L., *Fusion, Science, Politics, and the Invention of a New Energy Source*, Cambridge 1982 (Massachusetts), Massachusetts Institute of Technology Press, 344 p.

18. Des travaux récents montrent d'ailleurs que ces cheminements essentiellement historiques sont «formalisables» en construisant des modèles dits de Polya. (ARTHUR *et al.*)

- BURNETT, N. H. *et al.*, *Lettre à Aurèle Beaulnes*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, 15 novembre. («Dossier 1550-2», 1.)
- CALLON, Michel et John LAW, «On interests and their transformation: Enrollment and 1982 counter-enrollment», *Social Studies of Science*, 12, 4: 615-625.
- Canada, *Physics in Canada. Survey and Outlook*, Ottawa, Conseil privé, 385 p. 1967
- Canada, *Contrat entre Sa Majesté la Reine en chef du Canada et Hydro-Québec*, 21 juillet. 1980
- C.N.R.C., *Procès-verbal de la réunion interministérielle sur l'opportunité d'une étude d'un pro-*
1973a *gramme national en fusion*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 12 juillet. («Dossier 1491-73-6».)
- C.N.R.C., *Procès-verbal de la réunion entre des représentants fédéraux et un consortium québé-*
1973b *cois qui avait soumis une proposition d'étude d'un programme national en fusion*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 6 septembre. («Dossier 1491-73-6».)
- C.N.R.C., *Consolidated Program Statement. Task IV. Develop Nuclear Capability. Program 3.*
1974 *Fusion*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, 11 juillet, 45 p. («Dossier 1550-2», 1.)
- C.N.R.C., *Procès-verbal du comité ad hoc sur la fusion*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences
1976 et à la technologie, 12 février. («Dossier 1550-2», 2.)
- C.N.R.C., *Procès-verbal de la première réunion du Comité consultatif sur la recherche touchant la*
1977a *fusion*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 27 juillet.
- C.N.R.C., «Appendice B du Procès-verbal de la réunion du sous-comité sur le confinement
1977b magnétique», 22 août, dans: C.N.R.C., *Procès-verbal de la deuxième réunion du Comité consultatif sur la recherche touchant la fusion*, Varennes, Conseil national de recherches du Canada, 3 octobre. (Pièce D.)
- C.N.R.C., *Procès-verbal de la deuxième réunion du Comité consultatif sur la recherche touchant*
1977c *la fusion*, Varennes, Conseil national de recherches du Canada, 3 octobre.
- C.N.R.C., «Rapport sur les propositions de recherche touchant la fusion au C.N.R.C. en
1977d regard du programme de subventions», décembre, dans: C.N.R.C., *Procès-verbal de la troisième réunion du Comité consultatif sur la recherche touchant la fusion*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 5-6 décembre. (Annexe F.)
- C.N.R.C., *Procès-verbal de la quatrième réunion du Comité consultatif sur la recherche touchant*
1978a *la fusion*, Varennes, Conseil national de recherches du Canada, 11 avril.
- C.N.R.C., «Programme national pour la fusion du Comité consultatif sur la recherche
1978b touchant la fusion», mai, 3 p., dans: C.N.R.C., *Procès-verbal de la cinquième réunion du Comité consultatif sur la recherche touchant la fusion*, Toronto, Conseil national de recherches du Canada, 15 juin. (Document joint à l'Annexe D nommé «Le CNRC annonce l'établissement d'un programme national de fusion nucléaire».)

- CROZIER, Michel et Erhard FRIEDBERG, *L'acteur et le système: les contraintes de l'action collective*, Paris, Seuil, 436 p.
- C.S.C., *Les options énergétiques du Canada*, Ottawa, Information Canada, 151 p. («Rapport 1975 du Conseil des sciences du Canada», 23.)
- DARMON, Gérard et Gérard LEMAINÉ, «Étude d'une décision en science lourde: le cas de 1982 l'Institut de radio-astronomie millimétrique franco-allemand», *Information sur les sciences sociales*, 21, 6: 847-872.
- DESMARIS, André, *Note on I.N.R.S. and Fusion Research*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, 24 novembre (note de service à H. R. Wynne-Edwards). («Dossier 1550-2», 2.)
- DOERN, G. Bruce, *Science and Politics in Canada*, Montréal, McGill / Queen's University Press, 238 p.
- E.M.R., *Science and Technology for Canada's Energy Needs*, Ottawa, Ministère de l'énergie, mines et ressources, avril (rapport du groupe de travail sur la recherche-développement en énergie).
- FLEURY, Jean-Marc, «Fusion thermonucléaire: Ottawa n'a pas compris», *Québec Science*, 1973 12,3: 30s.
- Fusion Canada, *Projet d'étude pour un programme canadien de fusion thermonucléaire contrôlée, Rapport, I. Recommandation pour un programme canadien de fusion contrôlée*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, novembre.
- Fusion Canada, *Fusion Canada Report Versus Advisory Committee's Report*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 8 p. (texte ronéotypé).
- GINGRAS, Yves et Jacques RIVARD, «Energy R & D policy in Canada», *Science and Public Policy*, 15, 1: 35-42.
- GREGORY, Brian C., *Lettre à Paul A. Redhead*, Ottawa, Centre national de recherches du Canada, 31 mai.
- GRIFFITHS, G. M., *Comments on a Proposal for a Detailed Study of a Canadian Program on Controlled Thermonuclear Fusion*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, 32 p. («Dossier 1550-2», 1.)
- HALLIWELL, J. E., «Lettre à C.-D. Doucet», 5 novembre, dans: C.N.R.C., *Procès-verbal de la sixième réunion du Comité consultatif sur la recherche touchant la fusion*, Edmonton, Conseil national de recherches du Canada, 20 octobre. (Annexe U.)
- HIROSE, A. et H. M. SKARSGARD, «A small Tokamak for plasma heating and high β studies», 1979 25 mai, dans: C.N.R.C., *Procès-verbal de la huitième réunion du Comité consultatif sur la recherche touchant la fusion*, Vancouver, Conseil national de recherches du Canada, 22 juin, 28 p. (Annexe M.)
- I.N.R.S., *Annuaire 1971-72*, Québec, Université du Québec, 115 p. 1971
- I.N.R.S. – Énergie, *Un programme de recherche national équilibré sur la fusion thermonucléaire*, 1976 Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, juin, 6 p. («Dossier 1491-73-6».)

- IREQ et al., *Proposition pour une étude d'un programme national en fusion thermonucléaire contrôlée*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, juin. («Dossier 1550-2», 1.)
1972
- IREQ et al., *Études technologiques et scientifiques reliées à la fusion par confinement magnétique dans un dispositif torique*, septembre, 42 p.
1977
- IREQ et I.N.R.S. – Énergie, *Étude de l'influence des impuretés, des interactions plasma-parois et de la micro-turbulence dans un dispositif à fusion nucléaire du type Tokamak*, avril, 17 p.
1977
- KADOMTSEV, B. B. et V. D. SHAFRANOV, «Fourth international conference on plasma physics and controlled nuclear fusion research», *Fusion nucléaire*, 11, 5: 541-545.
1971 (Compte rendu de la conférence tenue à Madison, Wisconsin, 17-23 juin.)
- KEYS, J. D., *Re: Energy R & D Program*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, 25 juin (lettre à P.-L. Bourgault). («Dossier 1280-1».)
1974
- KRIGE, John et Dominique PESTRE, «The choice of CERN's first large bubble chambers for the proton synchrotron, 1957-1958», *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 16, 2: 255-279.
1986
- LATOUR, P. W., «Fusion-related projects supported under the strategic grants program», 15 mars, dans: C.N.R.C., *Procès-verbal de la quatrième réunion du Comité consultatif sur la recherche touchant la fusion*, Varennes, Conseil de recherches du Canada, 11 avril. (Annexe C.: Lettre à C.-D. Doucet.)
1978
- LOGSDON, J. M., «Missing Halley's comet: The politics of big science», *Isis*, 80, 302: 254-280.
1989
- MACKENZIE, Donald et Graham SPINARDI, «The shaping of nuclear weapon system technology: US fleet ballistic missile guidance and navigation. I. From Polaris to Poseidon», *Social Studies of Science*, 18, 3: 419-463.
1988a
- MACKENZIE, Donald et Graham SPINARDI, «The shaping of nuclear weapon system technology: US fleet ballistic missile guidance and navigation. II. "Going for broke" — The path to Trident II», *Social Studies of Science*, 18, 4: 581-624.
1988b
- MARTINEAU, J., «Le Centre de l'énergie (CREN)», *La Physique au Canada*, 27, 3: 46.
1971
- MEST, *Procès-verbal de la première réunion du Comité consultatif sur le projet de fusion thermonucléaire contrôlée*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
1974 («Dossier 1491-73-7», 1.)
- MEST, *Procès-verbal de la quatrième réunion du Comité consultatif sur le projet de fusion thermonucléaire contrôlée*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 31 janvier.
1975a
- MEST, *Procès-verbal de la cinquième réunion du Comité consultatif sur le projet de fusion thermonucléaire contrôlée*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 20 février.
1975b
- MEST, *Communiqué de presse sur le rapport de Fusion Canada*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, 10 juin. («Dossier 1550-2», 1.)
1975c

- MEST, *Fusion Program Approval*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, 3 1976a mars. («Dossier 1550-2», 2.)
- MEST, *Fusion Program Approval, Second Draft*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la 1976b technologie, 6 mai. («Dossier 2120-E8-6».)
- MEST, *Fusion Program Approval, Third Draft*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la 1976c technologie, 20 mai. («Dossier 1550-2», 2.)
- MEST, *Procès-verbal de la réunion sur l'aide fédérale à la recherche en fusion*, 14 avril, Ottawa, 1977 Ministère d'État aux sciences et à la technologie. («Dossier 1550-2», 2.)
- PESTRE, Dominique, *La seconde génération d'accélérateurs pour le CERN, 1956-1965. Étude 1987 historique d'un processus de décision de gros équipement en science fondamentale*, Genève, Centre européen de recherches nucléaires / C.H.S.-19, 97 p.
- PESTRE, Dominique, «Comment se prennent les décisions de très gros équipements dans 1988 les laboratoires de "science lourde" contemporains. Un récit suivi de commentaires», *Revue de synthèse*, CIX, 1: 97-130.
- PROVOST, Gilles, *Québec Consortium Proposes Thermonuclear Research Project*, Ottawa, 1972 Ministère d'État aux sciences et à la technologie, 7 p. («Dossier 1550-2», 1.)
- PROVOST, Gilles, «Les chercheurs de l'INRS accusent Ottawa de discrimination», *Le Devoir*, 1977 LXIX, 265: 10.
- REDHEAD, Paul A., *Unofficial History of the Canadian Fusion R & D Program*, Ottawa, Centre 1987 national de recherches du Canada, mars, 42 p.
- REMINGTON, John A., «Beyond big science in America: The binding of inquiry», *Social 1988 Studies of Science*, 18, 1: 45-72.
- ROWAT, D. L., *Discussion at N.R.C. on Fusion Program*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences 1977 et à la technologie, 25 juillet (note de service à D. H. E. Cross). («Dossier 1550-2», 2.)
- STRANGE, A. L., *Proposal for a Detailed Study of Canadian Program on Thermonuclear Fusion. 1972 Summary of Comments on the Proposal*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, 14 novembre, 3 p. («Dossier 1550-2», 1.)
- TRÉPANIÉ, Michel, *La construction du Tokamak de Varennes: anatomie d'une décision en 1989 matière de «big science»*, Montréal, Université de Montréal, 351 p. (thèse de doctorat en sociologie).
- TRERD, *Procès-verbal de la réunion de la Table ronde sur l'énergie dans la recherche-développe- 1976 ment, pour examiner la proposition du C.N.R.C. concernant la fusion*, Ottawa, Ministère d'État aux sciences et à la technologie, 14 mai. («Dossier 1550-2», 2.)
- WILSON, A. H., «Science policy procedures in Canada: An evaluation», dans: S. ENCEL and 1979 J. RONAYNE (dirs), *Science, Technology and Public Policy. An International Perspective*, Australia, Pergamon Press, pp. 25-52.