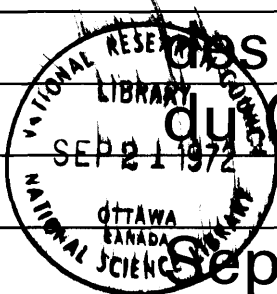


18

↓
C21
C233
#18
1972



Conseil
des sciences
du Canada



Septembre 1972
Rapport n° 18

Objectifs
d'une politique
canadienne
de la recherche
fondamentale

Septembre 1972



**Objectifs
d'une politique
canadienne
de la recherche
fondamentale**

Conseil des sciences du Canada,
7^e étage,
150, rue Kent,
Ottawa, Ont.
K1P 5P4

©Droits de la Couronne réservés

En vente chez Information Canada à Ottawa,
et dans les librairies d'Information Canada:

Halifax – 1735, rue Barrington

Montréal – 1182 ouest, rue St^e-Catherine

Ottawa – 171, rue Slater

Toronto – 221, rue Yonge

Winnipeg – 499, avenue Portage

Vancouver – 657, rue Granville

ou chez votre libraire

Prix \$1.00

N^o de catalogue SS22-1972/18F

Prix sujet à changement sans avis préalable

Information Canada

Ottawa, 1972

Août 1972

L'honorable A.W. Gillespie, C.P., député,
Ministre d'État aux sciences et à la technologie,
Chambre des Communes,
Ottawa, Canada.

Monsieur le Ministre,

En conformité avec les articles onze et treize de la Loi sur le Conseil des sciences, j'ai le plaisir de vous transmettre les vues et recommandations du Conseil au sujet de l'effort canadien en recherche fondamentale. Ces vues sont exprimées dans un Rapport intitulé «Objectifs d'une politique canadienne de la recherche fondamentale».

Vous remarquerez que le D^r Roger Gaudry, président du Comité du Conseil pour la Recherche fondamentale, a rédigé une introduction au Rapport, dans laquelle il exprime ses vues personnelles.

Le présent Rapport sort de presse après la publication du deuxième volume du Rapport du Comité spécial du Sénat pour la Politique scientifique (Rapport Lamontagne). Les domaines étudiés par ces deux documents se chevauchent fréquemment, mais le présent Rapport n'examine pas les recommandations du Comité sénatorial; les remarques du Conseil à leur sujet ont paru dans son Rapport annuel pour 1971-1972.

Veillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de ma très haute considération,

O.M. Solandt,
Ancien président*
Conseil des sciences du Canada.

*Le D^r Solandt a été président du Conseil du 23 mai 1966 au 23 mai 1972, donc pendant l'élaboration du présent Rapport.

Un point de vue personnel

Dès sa création, le Conseil des sciences a orienté ses travaux sur deux voies parallèles: 1^o l'étude approfondie des applications de la science en certains domaines de l'activité économique du Canada, comme la foresterie, l'agriculture, les transports, etc., et 2^o l'étude analytique et synoptique des rapports entre l'activité scientifique et les besoins du pays, dont le Rapport n^o 4: «Vers une politique nationale des sciences au Canada» est un exemple. Ce rapport définit la politique scientifique comme l'expression des relations optimales entre l'activité scientifique et les objectifs nationaux. Afin de tirer les conséquences de ce principe, il a fallu déterminer l'articulation entre la recherche fondamentale et les objectifs nationaux, tout en sauvegardant la liberté de la science.

J'ai accepté avec plaisir la présidence du Comité du Conseil des sciences pour la recherche fondamentale, créé pour étudier ce problème. Le Conseil des sciences a orienté et approuvé les travaux du Comité, et le présent rapport en expose les résultats. Comme je me suis occupé de la recherche fondamentale à des titres divers depuis plus de trente ans, j'aimerais exprimer mon opinion personnelle, sans engager en rien mes collègues du Conseil.

Quelle devrait être l'envergure de la recherche fondamentale au Canada? Cette question est posée fréquemment. Pour des raisons qui sont exposées dans la préface¹, le présent rapport ne contient pas de recommandations au sujet du financement de ce type de recherche. Les tableaux 1 et 2 du chapitre V montrent la fragilité des statistiques sur lesquelles on s'appuie pour dire que le Canada consacre trop de fonds à la recherche fondamentale. L'analyse de nos propres besoins serait bien plus fructueuse. Le présent rapport propose des mesures pour sa mise en œuvre. Je suis persuadé que notre effort n'est pas excessif, mais qu'il pourrait être plus efficace, grâce à une meilleure politique et à une organisation améliorée.

Au cours de l'année écoulée, on a largement débattu en public s'il fallait accorder la préférence à la liberté totale de la recherche fondamentale ou l'orienter vers la résolution des problèmes nationaux. Le présent rapport traite de cet important sujet, mais je désire souligner que ce débat semble suggérer qu'on devrait adopter une position extrême, ou qu'elle est projetée. Je suis cependant certain que la raison s'y opposerait. Les chefs de file de la pensée scientifique au Canada conserveront certes la haute main sur son orientation, et nul homme politique ou bureaucrate ne songerait à leur indiquer la marche à suivre dans leurs travaux. Je ne crois pas, néanmoins, que la qualité de scientifique donne à quiconque le droit d'entreprendre n'importe quelle recherche, dans n'importe quel but, en utilisant les deniers du public, sans que ce dernier ait son mot à dire.

Il est certainement possible de soumettre des problèmes importants et épineux aux scientifiques, en espérant qu'ils proposeront eux-mêmes les recherches procurant les connaissances nécessaires. L'expérience a montré

¹On remarquera que la récente étude entreprise par l'Association canadienne des physiciens avec l'aide du Conseil national de recherches, (Purpose and Choice in the Support of University Research in Physics. *La physique au Canada*, vol. 27, n^o 5. University of Toronto Press, juin 1971) s'abstient aussi de présenter de telles recommandations.

que la plupart des scientifiques sont prêts à relever un défi. Il semble donc que l'on ait fortement exagéré, à l'égard du public, le conflit entre la liberté et l'orientation de la recherche, et qu'il suffise de trouver le moyen d'amener les scientifiques à faire un choix réaliste des domaines importants.

La division des compétences pose un problème plus sérieux. Comme les répercussions de la recherche fondamentale débordent le domaine provincial, le gouvernement fédéral doit se charger de la financer en fonction des besoins du pays. Ce sont les universités qui effectuent la plupart des travaux de recherche, et elles dépendent de l'administration provinciale. Jusqu'à présent, il n'y a eu aucune coordination entre l'État canadien, les gouvernements provinciaux et les administrations universitaires pour l'adoption d'une politique commune de financement complet de la recherche dans les universités. La dernière tentative pour mettre sur pied un mode d'opération a été faite lors de la Conférence fédérale-provinciale de 1966 sur le financement de l'enseignement post-secondaire. Le gouvernement fédéral eut les mains libres pour financer directement la recherche universitaire, et les gouvernements provinciaux, bien entendu, eurent toute liberté pour financer les programmes de recherches nécessaires pour atteindre leurs objectifs. Malheureusement, les dispositions détaillées élaborées au cours de la Conférence de 1966, et incluses dans la Loi de 1967 sur les arrangements fiscaux entre le gouvernement fédéral et les provinces, tout en prévoyant la défalcation des crédits directs à la recherche du total des frais généraux de l'enseignement post-secondaire², ne définissaient pas la nature des frais de recherche. En conséquence, le gouvernement fédéral limite ses subventions au remboursement d'une partie des frais directs, tels que l'achat d'équipement spécialisé, le paiement des salaires d'une partie du personnel auxiliaire et les bourses de recherche. Par contre, les gouvernements provinciaux acquittent la plupart des autres frais de recherche, y compris les frais indirects, tels que ceux de construction des locaux, etc., en fonction des plans provinciaux, mais non, en général, des besoins de la recherche n'entrant pas dans leur cadre. Il n'existe, par exemple, aucune corrélation entre la construction de locaux de recherche et les besoins en laboratoires. Certains chercheurs réputés, qui obtiennent facilement des subventions fédérales pour leurs travaux, sont parfois obligés d'occuper des locaux que les normes provinciales destinaient plutôt à l'enseignement³. Il me semble que les organismes fédéraux pourraient acquitter la totalité des frais directs des programmes de recherches qu'ils soutiennent. Cette proposition est facile à mettre en œuvre, car on peut ventiler aisément les frais directs en comptabilité. On pourrait étudier l'adaptation graduelle de l'effort fédéral pour couvrir aussi, à long terme, les frais indirects des programmes de recherche soutenus par les organismes fédéraux, grâce à l'inclusion successive des divers postes de dépenses dans la formule de financement, au fur et à mesure des progrès des travaux.

²La moitié des frais restants (ou 15\$ par habitant de la province considérée) sont remboursés aux trésors provinciaux, dans le cadre des virements de péréquation et des compensations supplémentaires.

³Le manque de locaux de recherche peut favoriser l'expansion de la recherche effectuée au sein des établissements de l'État où les locaux nécessaires sont en effet prévus par les planificateurs.

Un autre problème est posé par les chercheurs-enseignants recevant de généreuses subventions, et qui consacrent de plus en plus de temps à l'enseignement aux niveaux des 2^e et 3^e cycles. Or, les crédits provinciaux consacrés au corps enseignant ne tiennent qu'irrégulièrement compte de cette activité, pourtant approuvée par les autorités universitaires. Il en résulte une accentuation des inégalités entre les provinces, risquant d'avoir de sérieuses conséquences pour l'enseignement de premier cycle. On pourrait y parer en créant un plus grand nombre d'emplois de chercheurs, lesquels seraient payés à même les fonds destinés à la recherche. Ainsi, les chercheurs exceptionnels pourraient consacrer tout leur temps à la recherche de nouvelles connaissances, sans que l'enseignement au premier cycle en souffre.

Cette situation pose la question fondamentale de la priorité de l'enseignement sur l'acquisition de nouvelles connaissances. On ne peut imaginer l'université sans activité de recherche, mais celle-ci ne doit cependant pas constituer sa raison d'être. L'université a l'enseignement pour tâche primordiale, de même que la formation de l'esprit des étudiants; elle doit faire une place à la recherche qui sert à l'amélioration de l'enseignement, sans jamais le supplanter, car il en résulterait une rapide détérioration de la fonction d'enseignant. Cet équilibre doit être instauré par une politique de la recherche universitaire, et il faut accorder plus d'attention à la valeur de l'enseignement comme critère de promotion du chercheur-enseignant, plutôt qu'à celui du nombre de publications issues de ses recherches.

La trop grande importance accordée à ce dernier critère encourage trop de professeurs à accomplir des recherches individuelles, bien que certains de ces travaux manquent de valeur, épuisant ainsi des ressources peu abondantes et détournant l'attention de l'enseignement, sans rien apporter d'important à la masse des connaissances. L'expérience des chercheurs de l'industrie montre clairement que peu d'entre eux, même les plus doués, conservent leur créativité pendant toute leur carrière. Ce secteur peut généralement les diriger à temps vers d'autres activités. Les administrateurs universitaires font face à la même situation quand ils doivent décider le chercheur-enseignant à se consacrer à la tâche primordiale du professeur d'université, soit l'enseignement et la formation des étudiants, y trouvant l'éminence et un sens de l'accomplissement, sans se sentir diminué par l'absence éventuelle de soutien financier pour ses recherches.

Les sources fédérales de subventions pour la recherche fondamentale sont nombreuses. Cette multiplicité a du bon, mais elle nécessite la collaboration des organismes subventionnaires entre eux. Cette dernière s'est améliorée au cours des années, mais elle est encore insuffisante. Certaines disciplines se trouvent entre les domaines de compétence de ces organismes. L'absence de soutien d'une discipline doit résulter d'une décision des autorités, non d'un simple oubli. Tous les scientifiques devraient savoir où adresser leurs demandes de subventions, sans qu'il leur soit nécessaire de solliciter plusieurs organismes pour réunir des fonds suffisants.

L'université tend de plus en plus à s'associer étroitement à son milieu social, en contribuant à son amélioration, et justifiant ainsi l'appui du public. Elle cherche de plus en plus à résoudre les problèmes locaux et

régionaux, même si ceux-ci apparaissent secondaires au point de vue scientifique ou national. Les problèmes de la société et du milieu environnant sont justifiables d'une approche pluridisciplinaire, ce que la politique de subventions individuelles ne permet pas. Le financement d'équipes pluridisciplinaires est nécessaire, mais il devrait s'accompagner d'une grande liberté d'action pour les chefs dynamiques. Par contre, il faudrait éviter que s'éternisent les équipes ayant atteint leur objectif ou ne remplissant plus leur mission, soit parce que leur esprit créateur est épuisé, soit parce que leurs domaines d'intérêt se sont déplacés.

Le manque de communications entre les scientifiques de l'État, de l'industrie et des universités constitue un grave problème au Canada. C'est une des raisons pour lesquelles les laboratoires de l'État et de l'industrie font aussi de la recherche fondamentale, bien qu'elle soit surtout effectuée dans les universités. On vise ainsi à améliorer la communication intersectorielle, mais cet objectif est rarement atteint. À cause de lacunes dans la masse des connaissances nécessaires, certains groupes de chercheurs visant à résoudre des problèmes précis pour l'industrie et l'État sont souvent obligés de remanier, de suspendre ou de ralentir leurs programmes de recherche appliquée. Il suffirait de créer ou d'élargir les groupes de recherche fondamentale dans les laboratoires de l'État ou de l'industrie pour acquérir les connaissances nécessaires, mais on pourrait mieux y parvenir en demandant l'aide et la collaboration étroite des chercheurs universitaires en sciences fondamentales; cependant cette voie est méconnue et rarement utilisée.

La méthode de l'évaluation par les pairs mérite d'être analysée. Elle porte sur les propositions de recherche soumises individuellement par des scientifiques. Les comités pertinents réunissent généralement des scientifiques chevronnés, ayant acquis une réputation dans leur spécialité. Ils sont enclins à se prononcer catégoriquement sur la valeur et la rentabilité des projets qu'on leur soumet, à se montrer très prudents et à attribuer énormément de poids à l'expérience. Leurs recommandations sont généralement sans appel. Je doute que ces comités soient toujours aptes à évaluer des propositions neuves et originales. De plus, même si leur mandat est de porter un jugement sur la valeur scientifique du projet qui leur est soumis, ils ont souvent tendance à faire intervenir aussi des considérations politiques, mais sans posséder de critères précis ou d'information suffisante. Malheureusement, on n'a pas encore conçu un meilleur système d'évaluation. En attendant, peut-être faudrait-il mettre en place un mécanisme de révision des projets rejetés en première instance, surtout quand ils émanent de jeunes chercheurs et s'appuient sur de nouveaux concepts. Mais je m'oppose à l'octroi systématique de subventions pour les travaux des jeunes chercheurs, sans égard à la qualité de leurs propositions.

Nous devons donc nous efforcer de mettre au point un système pédagogique au sein duquel la recherche contribuerait à l'enseignement, sans lui faire concurrence. Tout en remédiant aux inégalités régionales, nous devrions mettre en place un mécanisme qui encouragerait et exigerait l'excellence des travaux, par un soutien convenable aux esprits les plus créateurs.

Remerciements

Nous remercions, sans pouvoir en donner une liste complète, toutes les personnes qui nous ont aidés dans la réalisation de la présente étude, individuellement, ou pour le compte de divers services. Le rapport d'Étude spéciale n° 21, rédigé par M. P. Kruus, a déjà fait état des premières contributions. Au cours des travaux ultérieurs, nous avons fait largement usage des exposés présentés au Comité spécial du Sénat pour la politique scientifique. Nous remercions le Comité pour son aide, qui a été si précieuse. Nous sommes également reconnaissants de l'aide que nous a fournie la Division de l'enseignement de Statistique Canada, ainsi que de celle de nombreux cadres du Conseil national de recherches, du Conseil des recherches médicales, du Conseil des Arts du Canada et de l'Association des universités et collèges du Canada. M. Jorge Miedzinski, coordonnateur du programme, a également fait un apport personnel très précieux à l'étude.

Table des matières

Un point de vue personnel	4
Remerciements	9
I. Préface	13
II. Définitions	17
III. Principes généraux	21
La nécessité globale de la recherche fondamentale	22
Quelques raisons pour le soutien de la recherche fondamentale au Canada	23
Le milieu favorable à l'effort de recherche créateur	26
IV. Les critères de sélection des projets proposés	29
Critères internes	31
Critères externes	32
Importance relative des divers critères	33
La recherche de l'avenir	36
V. Principales difficultés	39
VI. Conclusions	49
Annexes	53
Annexe A: Questions fréquentes et réponses	54
Annexe B: Données statistiques	62
Annexe C: Références bibliographiques choisies	71
Le comité du Conseil des sciences pour la recherche fondamentale	74
Membres du Conseil des sciences du Canada	75
Publications du Conseil des sciences du Canada	79

I. Préface

Au cours de notre première étude générale sur la politique scientifique du Canada¹, nous nous sommes attachés particulièrement à examiner la situation de la recherche appliquée et des programmes majeurs entrepris pour résoudre d'importants problèmes économiques et sociaux. Cependant le Conseil déclarait dans sa préface au rapport ci-dessus²:

«Cette insistance ne signifie cependant pas que ces programmes soient plus importants que la recherche pure; elle met plutôt en lumière l'opinion du Conseil des sciences, selon laquelle la science appliquée au Canada a besoin de subir d'urgence des changements, et bien davantage que la recherche pure. Le Conseil des sciences recommande qu'on accroisse les crédits à la recherche fondamentale, comme dans le passé; elle doit prospérer à la fois au titre de «recherche suscitée par la curiosité»³ et de «recherche fondamentale orientée vers un but défini»³, dans les domaines intéressant les programmes majeurs proposés».

Depuis cette époque, le Conseil a accordé beaucoup d'attention à la situation des recherches fondamentale et appliquée dans les diverses disciplines scientifiques ou dans certains domaines particulièrement intéressants⁴. Il a fait de nombreuses recommandations au sujet de la recherche fondamentale, qu'il n'est pas nécessaire de répéter ici. Cependant, il s'est rendu graduellement compte de la nécessité d'effectuer une étude générale sur le rôle de la recherche fondamentale au Canada. Certaines tentations de développer la recherche appliquée aux dépens de la recherche fondamentale, s'appuyant sur l'hypothèse que cette dernière pourrait être acquise économiquement à l'étranger, soulignaient la nécessité de cette étude.

Le présent rapport analyse les raisons premières qui nous poussent à exécuter de la recherche fondamentale au Canada, et à établir une série de critères explicites pour le choix systématique, soit des grandes lignes d'action, soit des projets individuels à financer. Ces critères devraient rester valables pendant longtemps. Par contre, leur application en vue d'établir la hiérarchie des priorités et le niveau de soutien devrait être faite en fonction de la situation contemporaine, et elle ne serait donc pas immuable. C'est pourquoi le Conseil a choisi de consacrer une étude future au processus d'application.

Les scientifiques et les offices subventionnant la recherche fondamentale peuvent s'appuyer sur les principes et les critères de soutien énoncés dans le présent rapport. On doit remarquer, cependant, que l'ampleur du soutien fédéral à la recherche a nécessité un examen particulier des modes de financement de la recherche exécutée par les organismes fédéraux.

Le présent rapport s'est appuyé principalement sur les matériaux réunis lors d'une étude spéciale sur la recherche fondamentale et les objectifs du Canada, qui s'est terminée en juin 1970. Le rapport du directeur de

¹Rapport n° 4: «Vers une politique nationale des sciences au Canada». Voyez la liste des publications à la fin du présent rapport.

²Loc. cit., page 5.

³Le présent rapport les qualifiera de recherche fondamentale libre, ou orientée (voyez le chapitre II: Définitions).

⁴Voyez la liste des publications à la fin du présent rapport.

cette étude, le Dr P. Kruus, est publié séparément⁵. Le présent rapport expose la position du Conseil, qui s'est appuyé sur une analyse ultérieure, faite par le Comité de la recherche fondamentale.

Les chapitres qui suivent présentent la position du Conseil au sujet des objectifs d'une politique de la recherche fondamentale et, de plus, l'Annexe A contient une reprise de l'exposé sous forme de questions et de réponses, avec quelques clarifications. Certains lecteurs qui se posent des questions précises pourront y trouver des réponses plus aisément accessibles que par déduction du processus raisonné du rapport lui-même.

Les critères recommandés dans le présent rapport ne sont pas nécessairement inconnus, tout au moins de certains organismes. Dans bien des cas, le Conseil propose des méthodes ou des tendances existantes. Le rapport aura atteint son objectif, s'il permet de cerner le domaine d'accord général et stimule le débat public sur les questions controversées.

⁵Voyez l'Étude spéciale n° 21 du Conseil des sciences : «La recherche fondamentale», par le Dr P. Kruus. Ce dernier a réalisé cette étude au cours de son détachement de l'Université Carleton.

II. Définitions

La recherche fondamentale n'est pas une activité de nature uniforme et distincte. Elle embrasse toute une série d'activités à l'extrémité de la gamme des entreprises créatrices et interdépendantes, laquelle englobe la recherche fondamentale, la recherche appliquée et le développement technique. Les limites entre les secteurs voisins de la gamme ne sont pas nettes. Il n'est pas utile de discuter à propos de la classification des activités peu différenciées, si celle-ci n'influence pas leurs possibilités de financement, comme ce devrait être le cas. Cependant, le débat sur une politique de la recherche fondamentale et l'accumulation des données statistiques sont sans valeur si l'on ne définit pas nettement les termes dont on se sert. Les définitions claires sont indispensables à la précision de la communication. Il se peut qu'on ne puisse établir une série complète et satisfaisante de définitions en ce domaine, mais on peut se servir de celles qui sont de plus en plus utilisées pour les besoins statistiques à l'échelle internationale. Ce sont les définitions élaborées par la Direction des affaires scientifiques (DAS) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)¹. Ces définitions sont connues sous le nom de définitions de Frascati²; elles sont utilisées dans la plupart des pays de l'OCDE. Le texte précis de ces définitions varie un peu d'un pays à l'autre, sans en affecter leur similarité fondamentale. Voici les définitions adoptées par Statistique Canada³:

«Les définitions données ci-dessous se fondent largement sur les raisons apparentes qui font entreprendre un travail. On doit toujours considérer l'objectif du programme, plutôt que les mobiles personnels des scientifiques et des ingénieurs. On peut compléter ces critères de motivation par ceux des résultats probables et de la nature des travaux.

Recherche fondamentale

La recherche fondamentale est une investigation originale entreprise en vue d'acquérir de nouvelles connaissances scientifiques et pour contribuer *avant tout* au développement des concepts scientifiques. L'objectif visé est donc d'ajouter des données à la masse des connaissances objectives et systématiques sur les propriétés et les interactions de la matière, de l'espace, de l'énergie, des phénomènes naturels et des organismes vivants.

C'est la curiosité scientifique qui donne l'impulsion première à la *recherche fondamentale libre*; c'est le cas où un problème précis présente un intérêt particulier. Cependant, les organismes fédéraux réalisent le plus souvent de la *recherche fondamentale orientée*⁴. Cette dernière vise à cerner et à résoudre les problèmes techniques et scientifiques fondamentaux dans un vaste domaine.

¹«La mesure des activités scientifiques et techniques – méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement» (Manuel Frascati). OCDE, n° de référence DAS/SPR/68.24.

²Ce nom est celui d'une ville italienne où s'est réunie la Conférence internationale qui a élaboré ces définitions.

³«Dépenses fédérales pour les activités scientifiques». Traduction du texte extrait du Guide-questionnaire pour les exercices 1969-1970, 1970-1971, 1971-1972. Statistique Canada; n° de référence 6602-190: 10-9-70.

⁴Cette remarque ne signifie pas que la recherche fondamentale soit absente des laboratoires de l'État, ou qu'elle devrait l'être. Voyez également l'Annexe A, question 7.

La recherche fondamentale suscite l'élaboration de nouvelles hypothèses, théories et lois générales. Les données recueillies n'ont pas de valeur commerciale, et elles sont généralement publiées dans des revues scientifiques ou transmises aux collègues du chercheur. On peut parfois les tenir secrètes pour des raisons de sécurité. Les résultats de tels travaux influencent un vaste domaine scientifique et peuvent avoir ultérieurement plusieurs applications.

Recherche appliquée

La recherche appliquée est une investigation originale entreprise pour acquérir des nouvelles connaissances scientifiques et pour appliquer ces connaissances à la résolution de problèmes techniques ou pratiques. Il faut la mener à bien, soit pour déterminer les utilisations possibles de découvertes fondamentales, ou pour choisir les méthodes appropriées en vue d'atteindre un objectif déterminé. Les résultats de la recherche appliquée concernent en général un seul produit, opération, méthode ou système, ou un nombre limité de ceux-ci. Elle donne une forme pratique à des concepts théoriques. Les connaissances ou les données qui en découlent sont souvent brevetées, mais on peut également les garder secrètes.

Exemples⁵:

1. L'étude du rendement d'une catégorie donnée de réactions de polymérisation dans diverses conditions ambiantes et de leurs caractéristiques chimiques et physiques constitue de la *recherche fondamentale*. Les essais d'optimisation de ces réactions en vue d'augmenter la proportion du polymère de caractéristiques physiques ou mécaniques données (et qui en font un produit utile) constituent de la *recherche appliquée*.

2. L'étude de l'absorption du rayonnement électromagnétique par un cristal, en vue d'obtenir des données sur la structure de ses liaisons électroniques, constitue de la *recherche fondamentale*. L'étude de l'absorption du rayonnement électromagnétique par ces matériaux sous différentes conditions ambiantes (par exemple températures diverses, présence d'impuretés, concentration, etc.) en vue de déterminer certaines caractéristiques de détection du rayonnement (sensibilité, rapidité, etc.) est de la *recherche appliquée*.

3. La détermination de la série des acides aminés d'une molécule d'anticorps est de la *recherche fondamentale*. Les travaux qui permettent de distinguer entre les anticorps suscités par diverses maladies, grâce aux résultats de cette recherche, seraient de la *recherche appliquée*.»

La citation montre à l'évidence que les définitions de Frascati distinguent deux catégories de recherche fondamentale, c'est-à-dire la recherche fondamentale libre et la recherche fondamentale orientée en fonction des domaines d'intérêt déterminés. Nous devons cependant souligner que ces deux catégories ne diffèrent qu'au point de vue administratif. La recherche orientée est toujours de la recherche fondamentale. En effet, il

⁵Les exemples utilisés par Statistique Canada sont exactement les mêmes que ceux du manuel Frascati. Bien des scientifiques, sans doute, les trouveront peu satisfaisants, montrant ainsi les difficultés de la distinction entre recherche fondamentale et appliquée.

n'y a pas de différence, du point de vue scientifique, dans le déroulement des travaux de recherche libre et orientée. La seule différence provient de l'accord qui a pu les précéder. Le scientifique qui accepte un financement de son programme de recherche orientée ne doit pas axer ses efforts en dehors du domaine qui intéresse l'organisme subventionnaire. On utilise ici le terme de «financement» dans un sens général. Il peut s'agir d'une subvention à un programme universitaire ou d'un poste dans un laboratoire de l'État ou de l'industrie. En pratique, ces problèmes sont rarement posés. L'orientation des recherches est très générale et les scientifiques qui travaillent dans certains domaines le font parce qu'ils s'y intéressent.

On doit remarquer que les définitions ci-dessus sont tout à fait compatibles avec les définitions utilisées antérieurement par le Rapport n° 4 du Conseil, «Vers une politique nationale des sciences au Canada». Elles constituent l'instrument le mieux adapté à l'élaboration des politiques, mais elles sont encore susceptibles d'être interprétées ou utilisées arbitrairement par les gestionnaires. Toute statistique basée sur ces définitions doit être utilisée avec prudence. La faible fiabilité des relevés pose un problème particulier. En raison des difficultés à distinguer entre la recherche fondamentale, la recherche appliquée et le développement technique, Statistique Canada n'a utilisé qu'une seule catégorie générale de R & D au cours de son relevé spécial de 1971 concernant les principaux réalisateurs industriels de R & D⁶. On ne doit cependant pas exagérer l'importance de ces problèmes. De nombreuses connaissances fondamentales découlent de travaux de recherche appliquée. De même, de nombreux travaux de recherche fondamentale ont des applications directes. Il se peut qu'un programme de recherche débute dans le domaine fondamental et se poursuive dans le domaine appliqué, ou vice-versa. Les programmes peu caractérisés présentent sans doute des difficultés sémantiques, mais ne posent pas de difficultés de principe. Les difficultés réelles sont posées par la répartition appropriée des efforts entre les activités qui sont nettement fondamentales ou nettement appliquées.

⁶Déclaration d'un porte-parole de la section des statistiques scientifiques de Statistique Canada.

III. Principes généraux

La nécessité globale de la recherche fondamentale

Il n'y a que deux raisons premières pour réaliser de la recherche fondamentale: la curiosité intellectuelle du chercheur, et son désir d'obtenir des avantages pratiques (pour lui-même ou pour la collectivité). Ces deux raisons ne s'excluent pas mutuellement; elles se complètent plutôt. La curiosité fournit l'élément moteur et la satisfaction à court terme. Les avantages pratiques permettent, entre autres choses, de poursuivre les recherches. Ils se rangent sous deux rubriques différentes: ceux qui découlent de l'accumulation de nouvelles connaissances et ceux qui proviennent de la participation à l'activité de recherche. Cette dernière aiguillonne et forme les chercheurs mieux que toute autre entreprise. C'est l'une des raisons à la base des activités de recherche dans le monde universitaire.

Les avantages pratiques de l'application de nouvelles connaissances sont énormes, mais ils ne sont obtenus généralement qu'à long terme. Chaque génération bénéficie du capital investi dans la recherche fondamentale par les générations qui l'ont précédée. En outre, ces avantages ne découlent qu'indirectement de cette recherche, après les phases intermédiaires de la recherche appliquée et du développement technique.

On a souvent essayé d'évaluer quantitativement les avantages de la recherche. Ces efforts portent fruit de plus en plus souvent dans le domaine de la recherche appliquée, mais ils se sont révélés futiles dans celui de la recherche fondamentale. Le long délai qui s'écoule entre la réalisation de l'effort et l'obtention des résultats en constitue la raison première. En effet, on ne peut réaliser une analyse de rendement que dans le cadre d'un système clos, alors que la recherche fondamentale constitue un système ouvert¹. Tout programme de recherche fondamentale s'appuie sur la masse des connaissances acquises et y contribue. On ne peut jamais déterminer ce qu'il lui emprunte et ce qu'il lui apporte. De même, on ne peut calculer l'apport d'un travail de recherche fondamentale à un programme de développement technique, même si l'on peut déterminer la filiation des causes et des effets entre les deux. La détermination de ce cheminement a fait l'objet de plusieurs programmes de recherche coûteux, qui ont donné des résultats divers².

Cependant, on peut facilement prouver que la technologie moderne s'appuie largement sur les résultats des travaux de recherche fondamentale. Nombre de ceux-ci ont apporté à l'humanité des avantages bien connus, quoique difficilement mesurables. La plus grande partie de la population du globe a besoin que ces avantages soient encore accrus, mais il devient de

¹Il faut en général dresser des barrières artificielles pour clore et analyser un système en fonctionnement. Cette méthode est acceptable si l'on estime que les éléments exclus de l'analyse n'ont guère d'importance pour sa validité.

²Voyez, par exemple, le projet «TRACES: Technology in Retrospect and Critical Events in Science», NSF-C535, Institut de Technologie de l'Illinois, 15 décembre 1968; «Project Hindsight», rapport définitif, Bureau du directeur de la recherche et des études pour la défense, DC 20301, Washington, 1969; et également l'ouvrage d'I.C.R. Byett et A.V. Cohen: «An Attempt to Quantify the Economic Benefits of Scientific Research», Imprimeur de sa Majesté, Londres, 1969. K.M. Hill et collaborateurs ont rédigé un rapport plus pratique sur une analyse de rendement tenant compte des avantages indirects à court terme seulement (c'est-à-dire en excluant la valeur de la découverte): «How Much Basic Research is Enough?» Long Range Planning, Pergamon Press, mars 1969.

plus en plus évident que des répercussions fâcheuses, la plupart du temps imprévisibles et non chiffrables, découlent de ces avantages. Poussées à l'extrême, la marée démographique et l'expansion accélérée de la technologie dans un globe aux dimensions limitées évoquent le spectre de catastrophes déclenchées par l'Homme. La crainte croissante de tels désastres suscite de l'opposition au progrès scientifique, en raison de son association étroite avec la technologie. Toutefois, les désastres technologiques découlent de l'ignorance, plutôt que de l'excès de connaissances. Ce dilemme de l'utilisation des connaissances a été reconnu depuis des siècles, mais l'application massive d'une technologie toute-puissante en multiplie les répercussions fâcheuses. La connaissance de tous les effets de l'emploi d'une technologie donnée devrait en prévenir l'utilisation étourdie ou malveillante. L'espèce humaine s'est infligé des tourments à toutes les étapes de l'évolution historique des techniques, mais elle a montré beaucoup de retenue au sujet de l'emploi des gaz toxiques, des armes bactériologiques et des bombes atomiques au cours du dernier quart de siècle, même quand il n'y avait pas de danger de représailles efficaces.

Il faut satisfaire autant que possible les besoins toujours plus nombreux d'une population croissante. L'arrêt des progrès techniques en vue d'éviter des erreurs futures ne ferait que perpétuer les misères actuelles. Il est préférable de se servir de la recherche pour évaluer les dangers et les possibilités du futur, et pour choisir ainsi les progrès technologiques souhaitables. Cette évaluation des technologies³ se baserait sur de solides connaissances scientifiques, dont l'acquisition est nécessaire pour la prise de décision de poursuivre les travaux. Il faudrait prendre en considération les répercussions sociales, économiques et politiques, voulues et involontaires, de l'emploi d'une technique nouvelle, et c'est pourquoi ces recherches approfondies nécessiteraient la coordination des efforts des chercheurs dans les sciences positives et sociales, sans négliger les aspects culturels de l'existence. On espère que la collaboration étroite des chercheurs des sciences positives et sociales qui en résulterait donnerait des vues plus larges aux premiers, et plus de rigueur aux travaux des derniers.

Quelques raisons pour le soutien de la recherche fondamentale au Canada.

Les pays capables d'appliquer les connaissances scientifiques bénéficient plus largement des recherches effectuées à l'étranger que de leurs propres travaux. Certaines personnes favorisent une réduction de l'effort canadien en recherche fondamentale, en prétendant qu'il serait plus économique de consacrer nos efforts à l'application des connaissances fondamentales recueillies à l'étranger, auxquelles ils estiment que nous avons de toutes façons accès. Le Conseil a émis plusieurs recommandations pour l'accrois-

³ Voir par exemple le «Rapport Brooks» (Science, croissance et société, OCDE, Paris, 1971), qui donne la définition suivante de l'évaluation de la technologie, p. 91 : «L'objectif général de l'évaluation de la technologie est d'estimer les coûts sociaux des technologies civiles et militaires existantes, sous forme de pollutions, dislocations sociales, coûts d'infrastructure, etc., d'indiquer à l'avance les effets nocifs probables des technologies nouvelles, d'élaborer des méthodes minimisant les coûts, et d'estimer les avantages des technologies nouvelles par rapport à des besoins sociaux existants ou négligés».

sement de la recherche appliquée, et il a souligné que cet effort ne devrait pas être fait aux dépens de l'effort de recherche fondamentale. Nous exposons ci-dessous les principales raisons pratiques qui nous poussent à maintenir un effort global suffisant dans le domaine de la recherche fondamentale:

1^o On reconnaît généralement que la recherche constitue un élément indispensable de l'enseignement universitaire, et qu'elle sert à la formation tant des enseignants que des étudiants. Les universités canadiennes ont besoin d'effectuer de la recherche. Il n'est pas nécessaire, ni opportun, qu'elles se restreignent au domaine fondamental. Cependant les travaux de recherche fondamentale visent à obtenir une compréhension approfondie du monde, qui est précieuse pour l'enseignement supérieur. La nation qui préfère simplement assimiler les efforts intellectuels des autres, sans faire sa propre contribution à la masse des connaissances, s'appauvrit culturellement, tout comme si elle cessait ses contributions à la musique, à la littérature, à la peinture, à la philosophie, etc., et elle perd rapidement ses possibilités d'assimiler les connaissances scientifiques recueillies à l'étranger.

2^o Dans les domaines qui intéressent particulièrement le Canada, mais relativement peu les autres nations industrielles, il faut que nos scientifiques satisfassent les besoins en connaissances de notre pays. Ils doivent, par exemple, accumuler des connaissances sur la géologie et le climat des différentes régions du Canada. Nos scientifiques doivent également étudier les caractéristiques particulières de l'ionosphère au-dessus du territoire canadien (région des aurores polaires par exemple). Comme le Canada possède un littoral beaucoup plus long et un plateau continental beaucoup plus vaste que ceux des autres pays (1.4 million de milles carrés, soit presque 40 pour cent de sa superficie émergée), son climat est largement influencé par l'interaction des trois océans limitrophes avec les eaux côtières, le littoral et les masses d'air soufflant de l'océan vers la terre. Nous n'avons pas une connaissance suffisante de la plupart des mécanismes de ces interactions. La diversité de nos climats nous incite à accorder un intérêt particulier à la microclimatologie et à l'adaptation biologique et physiologique des êtres vivants à un climat froid.

La nécessité d'effectuer un effort scientifique canadien s'accroît quand on passe des sciences physiques aux sciences biologiques, puis aux sciences sociales. Les lois physiques sont les mêmes partout. Par contre, les organismes vivants sont profondément influencés par les conditions climatiques. Plus encore, les caractéristiques de comportement et les mécanismes sociaux diffèrent largement d'une société à l'autre, même au sein de milieux physiquement similaires. Comme l'avancement ou le déclin de l'humanité dépendent de plus en plus des interactions entre la société et les progrès technologiques, il faut que nous accordions de plus en plus d'importance aux recherches scientifiques axées sur des caractéristiques sociales et géographiques. Comme nous l'avons indiqué ci-dessus, cette remarque s'applique particulièrement au Canada, dont le climat et les traits géographiques sont si variés. On doit se rappeler que les recherches fondamentales effectuées actuellement n'auront d'importance pratique que pour la prochaine génération, alors que la marée démographique et la pénurie de res-

sources naturelles auront donné des attraits à des territoires qui en paraissent dépourvus actuellement.

3^o Dans les domaines qui intéressent tous les pays, telles la physique, la chimie, une grande partie de la biologie, etc., il faut que nous ayons accès à la masse énorme des connaissances recueillies à l'étranger. Il nous faut des experts qui pourront déterminer quels sont les éléments les plus intéressants dans cette masse de données, et qui les mettront rapidement en circulation au sein des cercles scientifiques canadiens. Il faut que nous acquittions notre cotisation intellectuelle au cénacle invisible grâce auquel s'effectue la diffusion des connaissances de pointe, bien avant leur publication, par des communications directes entre ses membres. Ces deux obligations ne peuvent être satisfaites qu'en participant à l'effort créateur des cercles scientifiques mondiaux et en obtenant leur considération et leur respect.

4^o Il faut que notre pays ait un nombre suffisant de scientifiques fortement créateurs, qui fassent des contributions valables, tant dans les domaines qui intéressent spécialement le Canada que dans ceux qui intéressent tous les pays du monde. Notre pays a atteint la maturité nécessaire pour que sa population fournisse toute la gamme des spécialistes de talent. Les scientifiques doués devraient disposer de moyens comparables à ceux qu'ils trouveraient à l'étranger. En effet, s'ils obtiennent de plus larges possibilités dans un autre pays, nos meilleurs cerveaux émigrent à la recherche du succès.

5^o Les scientifiques de notre pays se trouvent dans une situation très favorable, parce que nombre d'entre eux utilisent la langue de la nation très proche qui effectue actuellement le plus vaste effort scientifique ou parce qu'ils collaborent étroitement avec ses chercheurs. Ces circonstances entraînent des répercussions inévitables pour notre choix des programmes de recherche. Il nous faut prendre un soin particulier pour ne pas faire à nouveau des travaux déjà réalisés chez notre voisin, tout en maintenant dans notre pays les moyens d'en profiter.

Une difficulté particulière est soulevée par l'ampleur beaucoup plus grande des travaux aux États-Unis; les programmes canadiens de recherche, tout en étant originaux à leur début, peuvent se trouver dépassés, en cours de réalisation, par des programmes étatsuniens entrepris ultérieurement. Cette situation nécessite un choix judicieux et un ample financement de nos grands programmes de recherches.

6^o Il est évident que le futur de l'humanité dépend de la collaboration internationale. Les scientifiques se trouvent de plus en plus à la pointe de cette collaboration, en dépit des obstacles politiques ou autres. Les passerelles ainsi lancées peuvent être utilisées et élargies ensuite par les hommes politiques, et par d'autres, pour aplanir des difficultés économiques et politiques entre les nations. L'objectif canadien du maintien de la paix nécessite que notre pays dispose des moyens de collaboration en recherche fondamentale, au moins autant que d'une brigade collaborant à la pacification internationale.

Il apparaît donc clairement que notre pays agit dans son propre intérêt s'il fait une contribution valable à la science internationale. Il reste à cerner l'ampleur de ces contributions valables, et à déterminer les critères de l'évaluation des efforts dans les divers domaines scientifiques, et du soutien financier de programmes particuliers.

Le milieu favorable à l'effort de recherche créateur

Les travaux de recherche fondamentale ont un important trait en commun avec d'autres activités créatrices. C'est une activité où le seul effort ne suffit pas à produire les résultats espérés. Non seulement la recherche mal conçue n'a-t-elle aucune valeur, mais elle a des effets négatifs. Outre la perte de temps et d'argent pour les scientifiques concernés, elle dissipe l'énergie d'autres scientifiques chargés de l'évaluer. De plus, elle peut induire en erreur. Si l'on décide de subventionner la recherche fondamentale, il faut aussi assurer des conditions environnantes favorables aux travaux de bonne qualité.

Le succès n'est atteint que par le chercheur de talent ou par celui qui travaille de concert avec des scientifiques de grande valeur, ou tout au moins sous leur influence. Il est indispensable d'entretenir des contacts directs avec les sommités intellectuelles. C'est pourquoi les crédits de recherche doivent nécessairement englober des fonds suffisants pour les déplacements et autres moyens permettant de communiquer.

Il faut réduire au minimum les formalités administratives pour obtenir et utiliser les subventions. Et pour ceci :

1° Les subventions ou les contrats devraient être d'un montant suffisant pour financer la réalisation complète d'un projet. Cette subvention ou ce contrat serait accordé par une seule décision et on éviterait le plus possible la paperasserie en cours de réalisation.

2° Les divers organismes subventionnaires devraient utiliser des formules et des mécanismes simples et uniformes pour les demandes de subventions et les rapports de travaux.

3° Les bénéficiaires des subventions devraient avoir les coudées franches pour changer leur méthode d'approche de la question étudiée, car ils peuvent en apercevoir la nécessité bien longtemps avant de pouvoir en faire la preuve auprès des gestionnaires qui n'œuvrent pas à la réalisation du programme.

4° On ne doit pas considérer qu'un bénéficiaire, ayant suivi une voie erronée pendant quelque temps et ayant dû l'abandonner, a connu l'échec, avant d'avoir évalué le résultat global du programme achevé. Certains organismes subventionnaires ne se rendent pas compte que la nature systématique de la recherche fondamentale n'entraîne pas forcément une découverte. Très souvent, il n'est même pas possible de tracer le cheminement des travaux au-delà de la phase initiale. L'excès de planification peut conduire à exécuter des travaux en pure perte, ou tout au moins à choisir les moins intéressants. Cette remarque ne réduit pas la nécessité d'exposer clairement les objectifs des projets proposés.

L'importance du résultat obtenu dépend en partie de ce que le scientifique a entrepris. Il ne faut pas que l'envergure de sa proposition soit restreinte par des difficultés d'obtention du financement pour certains genres de travaux⁴; cependant, son ingéniosité doit être stimulée par la présence de rivaux actifs. Il faut donc :

1° qu'on organise l'émulation autant que possible à l'échelle du pays ;

⁴C'est-à-dire les recherches pour lesquelles les probabilités de succès sont faibles, mais les avantages procurés dans ce cas, très étendus.

2° qu'on reconnaisse la validité de la recherche fondamentale comme pierre angulaire de la connaissance scientifique, et qu'on évite les variations brutales dans la répartition des fonds entre la recherche fondamentale et appliquée;

3° il faut que les critères de subvention soient nettement favorables aux propositions de travaux interdisciplinaires et que la coordination des efforts des divers organismes soit poussée jusqu'à ceux de leurs comités spécialisés.

Bien qu'ils cherchent nécessairement à obtenir la considération de leurs collègues, les scientifiques sont de plus en plus influencés par l'opinion publique. La critique est nécessaire, mais il ne faut pas qu'elle soit destructrice; en effet, si elle se base sur des hypothèses erronées, elle décourage l'enthousiasme indispensable à la créativité de l'effort scientifique. Par exemple, la presse a fait écho aux préoccupations des hommes politiques au sujet des faibles avantages économiques de la R & D exécutée au Canada, en suggérant que les scientifiques en étaient responsables. Bien qu'on puisse réaliser un certain nombre d'améliorations dans les méthodes de la recherche fondamentale canadienne, on sait fort bien que ces améliorations n'auront qu'un faible effet économique en comparaison d'autres facteurs tels que le degré d'articulation de la recherche appliquée avec l'innovation industrielle⁵; la politique industrielle, fiscale et technique de l'État; la clairvoyance technique et la pénétration commerciale des négociateurs officiels aux conventions internationales etc. De nombreux autres facteurs, tels que l'initiative et la capacité des chefs d'industrie et l'accès au capital aventureux, sont également très importants. Cependant, ils n'ont aucun rapport avec la réalisation de la recherche fondamentale elle-même. En d'autres mots, l'effort scientifique est indispensable, mais il n'est pas suffisant à lui tout seul pour engendrer une technologie dynamique.

⁵Le Rapport n° 15 du Conseil des sciences: «L'innovation en difficulté: le dilemme de l'industrie au Canada» (Information Canada, Ottawa, 1971) examine le problème des entraves à l'innovation dans l'industrie canadienne.

IV. Les critères de sélection des projets proposés

Le nombre de programmes de recherche proposés et réalisables par les scientifiques excède généralement celui qui peut être financé. Le mécanisme de la sélection des projets de recherche fondamentale à financer est particulièrement difficile. Comme ces travaux n'ont pas pour objectif direct de résoudre des problèmes pratiques, on ne peut utiliser l'analyse comparative des rendements. Cependant, on peut établir une liste logique de critères d'évaluation par l'analyse des mérites d'un projet de recherche de quatre points de vue différents: scientifique, technologique, social¹ et d'exécution. Les trois derniers se recouvrent largement, et ont la commune caractéristique de s'appuyer sur les aspects non scientifiques de la recherche. En conséquence, il convient de répartir les critères de mérite sous deux rubriques principales²:

1. les critères internes, qu'utilisent les scientifiques (l'évaluation par les pairs du proposant) dans le cadre des sciences;

2. les critères externes, qui sont utilisables hors du cadre scientifique. On peut représenter les aspects interne et externe par un certain nombre de critères nommés et définis arbitrairement. Cependant, on en dresse la liste de façon à recouvrir tous les aspects scientifiques et non scientifiques d'importance, aussi étroitement que possible, et en évitant au maximum les chevauchements. La liste suivante constitue un essai pour atteindre l'objectif ci-dessus:

Critères internes

portée scientifique

extensibilité

perspectives encourageantes

validité

compétence

Critères externes

valeur formatrice

valeur en tant que moyen de communication

pertinence

possibilités d'application

évaluation technologique

lacunes

avantages secondaires

moyens

coûts

Nous examinons ci-dessous chacun des éléments de cette liste.

¹Nous donnons ici à l'adjectif «social» un sens très large, embrassant des aspects culturels, économiques et d'orientation générale des sciences.

²Le Rapport d'Étude spéciale n° 21 «La recherche fondamentale», de P. Kruus (Information Canada, Ottawa, 1971) cite plusieurs ouvrages traitant de ce sujet. La méthode que nous suivons est parallèle à l'analyse d'A.M. Weinberg dans «Reflections on Big Science» (MIT Press, 1967). La liste que nous donnons englobe certains critères qui sont utilisés plus ou moins officiellement par les divers offices de plusieurs pays.

Critères internes

Tous ces critères, sauf un, nécessitent l'évaluation des projets en fonction de l'évolution scientifique globale. Seul le dernier (la compétence) tient compte d'une situation locale.

Portée scientifique: Il s'agit de la portée des objectifs du projet de recherche. On peut l'évaluer en tenant compte des répercussions du projet sur le cours de la science, dans le cas où il serait couronné de succès. On établit une claire distinction entre l'exploration initiale d'un nouveau domaine, le comblement des lacunes de nos connaissances, l'analyse des applications possibles d'une découverte, ou l'élaboration d'une expérience cruciale tendant à prouver la fausseté d'une théorie généralement adoptée dans de nombreuses disciplines scientifiques.

Extensibilité: C'est l'extension des résultats obtenus dans des domaines scientifiques adjacents. Cette action peut s'effectuer grâce au transfert des déductions théoriques d'un domaine à l'autre, ou grâce à l'ouverture d'un nouveau domaine d'expérimentation scientifique. Par exemple, les recherches dont les résultats permettent d'élaborer un nouveau mode d'observation (spectroscopie, microscopie électronique, etc.) jouissent toujours d'une vaste extensibilité.

Perspectives encourageantes: Ce sont les possibilités de progrès notable dans un domaine donné. On peut évaluer ces possibilités en fonction de la maturité de ce domaine, c'est-à-dire de la masse des connaissances accumulées, sur lesquelles on peut fonder les progrès futurs, ou au contraire sur la base de la nouveauté, c'est-à-dire des lacunes visibles de cette masse de connaissances, et qu'il faut combler.

Validité: Il s'agit de la validité scientifique du problème posé et des moyens proposés pour l'analyser. Il peut être très difficile de l'établir dans le cas des propositions qui s'appuient sur des concepts et des moyens inédits, et quand aucun précédent ne peut servir à étayer les jugements. Ces critères soulèvent le problème éternel de la distinction entre le génie et l'illuminé.

Compétence: La capacité du proposant et la connaissance qu'il a accumulée dans le domaine proposé (ou dans un domaine voisin) ainsi que celles de ses collaborateurs et de ses associés³. On évalue les capacités du proposant sans tenir compte du mérite de la proposition, mais en fonction de l'objet de cette dernière.

On ne peut utiliser ce dernier critère efficacement que grâce à une méthode suffisamment objective d'évaluation des possibilités du scientifique et de comparaison avec ses homologues canadiens et étrangers. La méthode traditionnelle, qui s'appuie sur le nombre de publications du proposant, a conduit à la manie de la publication à tout prix. La marée des

³Il faut également prendre en considération les moyens disponibles ou prévus d'expérimentation, et déterminer s'ils sont suffisants au point de vue scientifique. Cette détermination est différente de l'analyse économique concernant les «moyens».

publications superflues pose un des problèmes les plus difficiles aux scientifiques de notre époque. Il faut de toute urgence que nous disposions de méthodes plus valables d'évaluation objective, lesquelles sont en cours d'élaboration⁴.

Critères externes

Contrairement aux précédents, les critères externes concernent surtout les besoins du Canada, ou les nécessités locales. Ce sont les scientifiques qui effectuent la plus grande partie de l'évaluation, mais les directeurs de programmes, les administrateurs et les planificateurs des secteurs social et économique doivent également participer largement à l'élaboration des considérations techniques, sociales et d'exécution qui déterminent la validité d'un projet.

Valeur formatrice: Sa valeur comme moyen d'enseignement, distincte de la valeur des découvertes qui pourraient en résulter. Les avantages pédagogiques en découlent immédiatement, et on peut les évaluer plus facilement que les avantages à long terme de la découverte, comme nous l'indiquons aux pages... C'est le chargé de recherche et ses adjoints, particulièrement si ces derniers sont des étudiants, qui profitent des avantages pédagogiques des travaux de recherche. Indirectement, les personnes qui sont en contact intellectuel avec le chercheur, que ce soit ses collègues ou ses étudiants, en bénéficient. L'étudiant qui ne participe pas aux recherches bénéficie d'avantages bien moindres, en raison de l'activité pédagogique limitée des chercheurs-enseignants. La valeur formatrice indirecte du programme de recherche est fonction de l'étroitesse des rapports entre l'enseignement donné par le chercheur-enseignant et l'objet de ses recherches.

Valeur en tant que moyen de communication: Sa capacité d'améliorer les communications par-dessus le cloisonnement entre les disciplines, les couches sociales ou les pays. Il est clair que les propositions nécessitant la formation d'un groupe de recherche interdisciplinaire offrent de telles possibilités, de même que les projets qui associent des scientifiques de l'université ou de l'État, ou de l'université et de l'industrie, ou s'il s'agit d'une entreprise internationale. Les projets facilitant la participation de personnes œuvrant hors du domaine des sciences ou nécessitant des déplacements à pied d'œuvre, offrent des avantages sociaux évidents par rapport à ceux qui ne nécessitent que des travaux de laboratoire.

Pertinence: Il s'agit de l'acquisition des connaissances fondamentales nécessaires à un programme de recherche appliquée. Ce critère doit tenir compte des répercussions économiques et sociales des problèmes que les connaissances acquises devraient permettre de résoudre, ainsi que de la pertinence des travaux à l'égard des problèmes de la région avoisinante.

⁴Voir par exemple «Citation Indexing for Studying Science» par E. Garfield. *Nature*, vol. 227, août 1970, p. 669-670.

Possibilités d'application: Il s'agit des possibilités d'application technique des résultats du programme de recherche dans un avenir prévisible, hors des programmes d'application prévus. Ce critère doit tenir compte de la nécessité d'acquérir des connaissances fondamentales en vue d'étayer l'évolution rapide des technologies actuelles ou de celles qui dépassent les connaissances scientifiques acquises.

Évaluation technologique: Il s'agit de la contribution possible des connaissances acquises à l'évaluation des répercussions possibles des technologies et des produits actuels et proposés. Cette évaluation nécessite généralement une connaissance approfondie des mécanismes fondamentaux physiques, biologiques et sociaux mis en œuvre par les activités ci-dessus, plutôt que des données nécessaires à la réalisation des objectifs (voir la définition de l'évaluation de la technologie, p....).

Lacunes: On tient compte des répercussions fâcheuses pouvant découler de l'absence de recherche dans un domaine donné. Citons par exemple la dépendance excessive à l'égard d'experts étrangers d'une discipline donnée, l'impossibilité de mener à bien une évaluation technologique appropriée, etc.

Avantages secondaires: Il s'agit des avantages divers de l'activité de recherche elle-même. Citons par exemple les bénéfices que l'industrie canadienne pourrait tirer de la mise au point d'instruments nécessaires à un projet de recherche, les avantages économiques procurés par une station scientifique au village voisin, la certitude de pouvoir disposer d'un corps d'experts canadiens pour résoudre les problèmes futurs, etc.

Les moyens: C'est le rapport entre les moyens nécessaires et les installations et le personnel dont on dispose. La proposition qui utilisera au mieux un équipement peu utilisé offre plus d'attrait que celle qui nécessite l'achat d'équipement neuf⁵, particulièrement si ce dernier fait double emploi avec d'autre matériel situé ailleurs. Il faut également s'assurer de l'utilité à long terme du nouvel équipement.

Coût: C'est la relation entre le coût du projet et l'importance des objectifs scientifiques et des avantages évalués en fonction des critères externes. En raison du grand nombre de projets mis de l'avant, il est avantageux d'établir un certain équilibre entre les projets à faible risque mais procurant peu d'avantages, et ceux à grands risques, mais pouvant procurer des avantages nombreux.

Importance relative des divers critères

L'importance relative des critères mentionnés ci-dessus dépend du genre de recherche effectuée, de la personnalité des chercheurs ou du milieu social

⁵Il faut considérer cet aspect avec un soin particulier. Le mérite scientifique doit garder la priorité, sinon nous finirions par effectuer de la recherche médiocre en vue d'utiliser un matériel dépassé.

où est réalisé le projet. Cependant, le critère de validité doit être respecté dans tous les cas.

Les divers genres de recherches

Les critères internes conservent toujours leur importance, mais celle-ci est maximale quand il s'agit de financer la recherche libre, c'est-à-dire les programmes de recherche qui ne répondent pas obligatoirement aux critères externes dans le cadre général des moyens et des coûts. Ces projets n'ont pas nécessairement un lien direct avec les besoins de notre pays. Si tel est le cas, on ne peut justifier leur financement que lorsqu'ils répondent très largement aux critères internes de mérite dans un cadre international. Cette nécessité logique établit une limite pratique au nombre de programmes de recherche libre que les scientifiques canadiens peuvent entreprendre en dehors du domaine prioritaire. Cependant, on ne peut permettre qu'un projet manque d'à-propos sous prétexte de liberté. Il se peut aussi que les projets de recherche fondamentale libre répondent très largement aux critères externes, et on espère que dans l'avenir ce fait sera de plus en plus fréquent. D'autre part, la définition de la recherche orientée nécessite que les projets rentrant sous cette rubrique répondent largement à certains critères externes, tout en atteignant une cote suffisante à l'égard des critères internes.

L'importance relative des critères internes et externes dépend également du domaine scientifique considéré. Par exemple, il est clair que l'évaluation d'un projet de recherche fondamentale en mathématiques pures s'appuiera plus largement sur les critères internes que ne le ferait l'évaluation d'un projet de biologie animale ou végétale, spécialement s'il concernait les besoins de la pêche ou de l'agriculture.

Les grandes opérations maxiscientifiques (programmes majeurs), qui nécessitent de fortes immobilisations de capitaux, doivent évidemment répondre très largement tant aux critères internes qu'externes. L'un des critères les plus importants dans ce cas est celui des avantages secondaires, c'est-à-dire que l'industrie canadienne doit fournir une forte proportion de l'équipement nécessaire.

Les divers genres de chercheurs

On peut diviser les chercheurs en quatre groupes :

1° Les chercheurs à plein temps, travaillant pour l'État, l'industrie et les instituts de recherche, ou qui sont titulaires de postes de recherche dans les universités.

2° Les professeurs d'université travaillant activement aux programmes de recherche des 2^e et 3^e cycles, mais dont la charge d'enseignement est légère.

3° Les professeurs d'université dont le rôle primordial est l'enseignement⁶. Ils doivent exécuter quelques travaux de recherche, surtout en vue d'améliorer leurs capacités d'enseignant.

⁶Cette distinction entre 2° et 3° s'applique particulièrement aux deux extrémités de la gamme qui représente la part croissante du rôle d'enseignement par rapport à celui de recherche.

4° Les étudiants des 2^o et 3^o cycles (et le cas échéant ceux du premier cycle) qui effectuent des recherches à cause de leur potentiel formateur, et pour préparer leur carrière future.

Les projets des scientifiques du premier groupe devraient répondre largement à tous les critères internes, sauf dans le cas où l'un des critères externes montre qu'il nous faut acquérir de la compétence dans un lieu ou domaine donnés, là où les besoins du pays ou de la région le nécessitent. Ce n'est qu'à titre transitoire qu'on peut se contenter de résultats médiocres en ce cas-là.

Le critère interne de compétence personnelle devrait caractériser le second groupe d'intéressés. Parmi les nécessités complémentaires les plus importantes est celle de la durée de la réalisation d'un projet, qui doit rentrer dans le cadre de la durée d'une éducation supérieure. Ce facteur sera pris en considération sous la rubrique des critères externes de valeur formatrice.

Les membres du troisième groupe exécutent généralement la recherche bouche-trou⁷, moins soumise à l'émulation des chercheurs, et généralement moins coûteuse aussi, deux caractéristiques très avantageuses pour leur objectif. S'ils désirent œuvrer dans un domaine de pointe, il leur est plus avantageux de travailler au sein d'un groupe, à cause du peu de temps qu'ils peuvent consacrer à la recherche. Ce fait les empêche de mener des recherches individuelles dans un domaine où œuvrent les chercheurs à plein temps. Ils seraient ainsi susceptibles de perdre leur soutien financier à une époque de restriction budgétaire.

Les travaux entrepris par les étudiants diplômés doivent montrer un mérite scientifique évident, mais cette caractéristique ne suffit pas. Leurs projets doivent également répondre aux critères externes de valeur technologique et sociale, pour que la réalisation en soit à la fois intéressante et très utile. Si, de plus, ces projets tiennent compte des besoins techniques et sociaux du milieu local, ils répondront aux espoirs de l'université désirant jouer un rôle social.

Les divers secteurs de réalisation

Les critères externes de pertinence, de possibilités d'application et de lacunes ont une importance particulière pour les programmes de recherche fondamentale réalisés par l'industrie ou l'État. Le choix des programmes de ce dernier devrait tenir compte des critères d'évaluation technologique et des avantages secondaires. Ces derniers peuvent avoir une grande importance. Les programmes de recherche entrepris au Canada nécessitent des instruments, dont la fabrication pourrait être de grande importance pour notre industrie canadienne des instruments. Les scientifiques de l'industrie pourraient également effectuer les recherches fondamentales nécessaires à l'évaluation de la technologie, mais il est évident que ce sont les scientifiques de l'État qui ont qualité pour se trouver à la pointe de ce mouvement. Ce secteur offre de belles perspectives de collaboration fructueuse entre le secteur de l'État et le secteur universitaire.

⁷Voir également les remarques concernant l'œuvre de synthèse des connaissances (p. 43).

Les projets universitaires doivent, bien entendu, être évalués à la lumière du critère de leur valeur formatrice, qui est le plus important pour leur catégorie. Ce critère ne doit pas être négligé non plus au cours de l'évaluation des quelques projets de recherche fondamentale entrepris dans des établissements de recherche appliquée et de développement technique. La réalisation de travaux de recherche fondamentale permet de rehausser les normes du travail de recherche appliquée. Outre l'exemple qu'ils donnent, les chercheurs en sciences fondamentales peuvent servir d'agents de liaison avec ceux qui mettent au point les inventions découlant de leurs trouvailles.

L'utilisation des critères externes pour l'évaluation des projets de recherche fondamentale pourrait susciter des exigences ou des espoirs indu. Les connaissances acquises au cours de l'exécution des programmes de recherche fondamentale facilitent le développement et l'utilisation de la technologie en vue d'en tirer des avantages économiques et sociaux. Cependant, nous ferons remarquer que l'obtention de ces avantages n'est probablement pas une conséquence directe des recherches fondamentales effectuées actuellement, mais qu'ils découlent beaucoup plus largement de la recherche fondamentale faite par les générations précédentes, des politiques industrielles et économiques, et des influences internationales, que de la seule politique canadienne de la recherche. Il se produit une exception importante à cette règle, quand on fait d'urgence des efforts pour résoudre un problème brûlant. On doit alors se résoudre à utiliser des palliatifs technologiques qui coûtent généralement très cher. Dans la plupart des cas, le rendement de ces investissements serait beaucoup plus élevé si l'on disposait des connaissances fondamentales indispensables. La construction de nombreux bassins d'épuration des eaux d'égout dans les régions froides du Canada en constitue un exemple. Elle se base sur l'expérience acquise dans les régions méridionales, où ces bassins ne gèlent pas. Seul le hasard pourrait rendre efficace une telle adaptation technologique non étayée par les connaissances biologiques fondamentales qui s'y rapportent.

La recherche de l'avenir

L'emploi des critères externes pour la mise en œuvre d'une politique de la recherche doit s'appuyer sur une prévision raisonnable des problèmes pratiques qui se poseront au cours des dix ou vingt prochaines années; on en déduirait la nature des connaissances fondamentales nécessaires pour les résoudre. Cette connaissance nécessite un nouveau genre de recherche, la recherche des futuribles. On peut considérer que toute tentative d'orienter la recherche fondamentale dans des domaines d'intérêt particulier se révélerait inutile, à moins que nous ne puissions déterminer la nature des problèmes futurs les plus importants. Le processus aléatoire de la recherche libre est probablement d'un rendement plus efficace qu'un mauvais aiguillage de la recherche, lequel s'appuierait sur des prévisions erronées. C'est pourquoi la recherche des futuribles et l'amélioration de la prévision des grands problèmes futurs sont si indispensables et intéressantes. Certains de leurs aspects les rangent dans la catégorie de la recherche fondamentale. Il faut que nous prenions d'urgence les mesures nécessaires pour les entre-

prendre. Le Dr O.M. Solandt, dans le cinquième rapport annuel du Conseil⁸, a recommandé la création d'un institut canadien qui mènerait à bien des études sur les politiques à long terme. Ultérieurement, le gouvernement publia un rapport de R. Ritchie traitant du même sujet⁹, et il annonça qu'il avait demandé à cette personnalité¹⁰ de former un tel institut. L'efficacité de ce dernier dépendra largement de la bonne volonté des administrations provinciales et du secteur privé à acquitter la moitié de ses dépenses de fonctionnement. Nous espérons que ce soutien se manifestera.

⁸«Rapport annuel du Président: Politique démographique de l'avenir», Rapport annuel du Conseil des sciences du Canada pour 1970-1971. Information Canada, Ottawa, 1971, page 37.

⁹«An Institute for Research on Public Policy», Étude et recommandations du Dr S. Ritchie, Information Canada, Ottawa, 1971.

¹⁰Conférence de presse du Premier Ministre, le 12 août 1971 à Ottawa.

V. Principales difficultés

Dans les chapitres précédents, nous avons évalué la recherche fondamentale en tant qu'activité culturelle et en tant qu'entreprise procurant des avantages pratiques. Nous avons bien distingué deux types d'avantages. Les uns, qui sont de nature formatrice, sont prévisibles et on peut en organiser l'exploitation; les autres résultent de l'application des découvertes. On ne peut prévoir la nature de cette application, dont on pressent cependant le potentiel.

Les objectifs pédagogiques ont deux aspects:

1^o former l'esprit de la jeunesse étudiante et la familiariser avec les connaissances de pointe, en l'associant aux recherches de ses professeurs;

2^o créer, au sein de la communauté des chercheurs canadiens, une aptitude à détecter l'information dont notre pays a besoin parmi la masse des nouvelles connaissances mondiales. Ce dernier aspect est extrêmement important, car 97 pour cent de la masse globale des connaissances fondamentales est acquise hors du Canada. Il faut donc que nous ayons des spécialistes capables d'utiliser les données créées à l'étranger dans quelques domaines particuliers, et que dans certains autres nos scientifiques soient à même de recueillir les connaissances nécessaires. Dans chaque cas, il faut que notre apport scientifique soit de haute qualité.

L'apparente simplicité de cette situation masque bien des problèmes, dont voici quelques-uns, qui nécessitent une attention particulière:

Comment favoriser la qualité des travaux ?

Comment protéger la liberté scientifique du chercheur ?

Quel doit être le rôle des scientifiques dans le choix des domaines d'importance particulière pour le Canada ?

Quelles devraient être les relations entre la recherche unidisciplinaire et la recherche transdisciplinaire¹ ?

Quelle doit être la répartition de l'effort de recherche entre les universités, le secteur public et l'industrie ?

Faut-il concentrer la recherche universitaire, ou au contraire la disperser ?

Quelles sont les considérations régionales et culturelles dont il faut tenir compte ?

Quelle doit être la relation entre la création de la connaissance et sa systématisation ?

Quel est l'état d'esprit des étudiants ?

Quelle doit être l'ampleur du financement de la recherche ?

Nous allons examiner brièvement ces questions.

Le choix des domaines scientifiques où le Canada devra concentrer ses efforts en vue d'atteindre à l'excellence pose un problème primordial: certains secteurs se distinguent par leur rapport direct avec des opérations thématiques précises, ou par leur importance scientifique générale. Dans la plupart des cas cependant, il n'est pas aisé de discerner les problèmes futurs, à cause du délai qui s'écoule entre la découverte fondamentale et son application pratique. Nous avons déjà préconisé la création d'un Institut, «Futuribles-Canada», qui s'occuperait spécialement de ces prévisions, et dont les études permettraient au Conseil des sciences de mieux orienter ses

¹Nous qualifions de transdisciplinaire toute recherche interdisciplinaire ou pluridisciplinaire.

travaux. Nous avons expliqué dans le Rapport n° 4² que l'on peut s'inspirer du concept des programmes majeurs pour choisir et articuler de nombreuses activités scientifiques, techniques et socio-économiques au sein d'un faible nombre de grandes opérations visant à atteindre des objectifs nationaux, grâce à leur ampleur et à leur excellence.

La recherche fondamentale a plus d'importance pour notre pays dans certains domaines que dans d'autres, posant ainsi la question de la latitude dont jouit le chercheur pour choisir son domaine d'investigation. Il nous semble normal qu'il puisse librement poursuivre ses recherches en traçant les limites précises du problème à étudier et en choisissant ses méthodes de travail, etc. C'est le choix des grands secteurs d'investigation qui est le problème crucial.

Il serait bien commode que les chercheurs, guidés par leur curiosité et leur perspicacité, choisissent d'explorer des domaines jugés importants d'après des critères externes, tels les critères socio-économiques, techniques ou de réalisation des projets dont nous avons examiné la valeur au chapitre IV. Mais, actuellement, nous sommes loin de compte. On pourrait mieux articuler les efforts de la collectivité scientifique canadienne si l'on associait davantage les scientifiques au processus du choix des étapes pratiques menant vers des objectifs nationaux. On pourrait y parvenir par l'intermédiaire des associations scientifiques et par des débats publics. Les priorités seraient ainsi choisies par une comparaison des besoins de la société et des possibilités scientifiques, c'est-à-dire entre ce qu'il faudrait faire et ce qui est faisable. Un nombre grandissant de scientifiques soumettraient alors des projets dans des domaines importants pour notre pays. D'autres évalueraient ces projets pour le compte de conseils subventionnaires ou d'organismes spécialisés. Si cette bonne communication existait, les chercheurs auraient foi dans les principes d'orientation de l'effort scientifique et ils réagiraient favorablement.

Bien entendu, ce ne serait pas la majorité des chercheurs qui participeraient à cette entreprise. La plupart d'entre eux concentrent leurs efforts sur le seul aspect scientifique des problèmes pour atteindre à l'excellence. Cependant, les laboratoires comptent bon nombre de jeunes novateurs dont il faudrait reconnaître les talents. Peu de scientifiques peuvent se maintenir à la pointe de la recherche indépendante pendant toute leur carrière; en accédant à des situations comportant des responsabilités de plus en plus importantes, ils prennent une part active à l'étude des problèmes de la politique scientifique et ils assurent une excellente liaison entre leurs collègues de la recherche et le monde non scientifique.

Certains scientifiques désirent travailler dans des domaines sans grande importance pour notre pays. Il faudra cependant financer leurs projets s'ils ont une valeur scientifique hors ligne: en enrichissant la masse des connaissances, ils peuvent susciter des découvertes modifiant notre perspective sur les domaines importants pour notre pays. Cette évaluation du «mérite scientifique hors ligne» du chercheur ou de son projet est difficile. Nous avons besoin de méthodes d'évaluation plus objectives, et les

²«Vers une politique des sciences au Canada», p. 31-35. Cf. la liste des publications à la fin du présent rapport.

conseils subventionnaires³ doivent continuer à en élaborer. La compréhension réciproque entre le public et les cercles scientifiques serait favorisée par la participation de ces derniers aux dialogues sur les besoins de la société en progrès scientifiques. Cette participation permettrait d'établir un meilleur équilibre entre recherche unidisciplinaire et effort transdisciplinaire, lequel est nécessaire pour résoudre les problèmes sociaux ou complexes. Les conseils subventionnaires devraient encourager les initiatives visant à mettre en œuvre les programmes transdisciplinaires, car ceux-ci font face à des difficultés découlant de leur nature même.

La recherche fondamentale est une source de connaissances et de talents que l'industrie, l'État et les universités devraient pouvoir largement utiliser. L'industrie s'en sert pour le développement technique et la recherche appliquée, et il faudrait l'encourager et l'aider à effectuer de la recherche fondamentale quand elle s'engage dans des travaux d'innovation. Ailleurs, il faudrait favoriser la collaboration et resserrer les liens entre les laboratoires industriels, ceux des universités et ceux de l'État, afin que l'industrie dispose de moyens efficaces pour utiliser la masse des connaissances fondamentales.

Le rôle important d'une industrie dans l'économie nationale exige qu'elle utilise les techniques les plus modernes; cet impératif n'est pas de nature seulement économique. Les problèmes de pollution et de recyclage prennent de plus en plus d'importance avec la croissance de l'industrie. C'est pourquoi il faut prévoir ses besoins en connaissances fondamentales et évaluer le rôle des techniques présentes et futures. Afin d'éviter les graves et coûteuses répercussions de techniques erronées sur la qualité de la vie et l'économie, les organismes de l'État et les universités devront entreprendre sans retard les programmes de recherches approfondies qui sont indispensables. Les scientifiques de ces deux secteurs, travaillant en étroite collaboration, sont les mieux placés pour assurer ce service d'intérêt public, l'évaluation de la technologie. Cependant, les scientifiques de l'industrie doivent y participer, car c'est le cadre favorable à l'élaboration de nouvelles technologies et à l'acquisition de précieuses connaissances.

L'État doit intervenir dans plusieurs domaines de la recherche fondamentale; ses scientifiques doivent entreprendre les recherches fondamentales nécessaires à la recherche appliquée des organismes officiels, à l'évaluation des projets de recherche qu'ils subventionnent et pour former les spécialistes qui maintiennent les liaisons avec la collectivité scientifique internationale.

Dans tous les cas, cependant, on doit se poser les questions suivantes:

1° Peut-on former les spécialistes de talent nécessaires en subventionnant la recherche externe et en recrutant (ou en échangeant) du personnel spécialisé?

2° Peut-on employer plus de consultants de l'extérieur?

3° Y a-t-il des avantages à ce que cette recherche soit faite par les scientifiques de l'industrie ou des universités?

³Ce sont les trois conseils chargés de financer la recherche au moyen de subventions: le Conseil national de recherches (CNRC), le Conseil des recherches médicales (CRM) et le Conseil des Arts du Canada.

Les organismes de l'État ne devront entreprendre des programmes de recherche fondamentale que si les réponses aux questions ci-dessus sont affirmatives, ou s'il y a des raisons particulières pour que cette recherche soit faite au sein des organismes de l'État (par exemple pour lui assurer une continuité à long terme, pour effectuer des travaux de concert avec les universités ou avec l'industrie ou pour faire des recherches au sujet de problèmes de réglementation ou de contrôle, etc.)

Les universités constituent le cadre naturel de la recherche fondamentale. Malheureusement, le rôle pédagogique des chercheurs-enseignants exige qu'ils participent à la recherche, gênant ainsi la centralisation des travaux dans des centres de spécialisation. Ceux-ci favorisent la qualité des travaux et l'économie des moyens, grâce à une bonne direction et à un équipement suffisant. Il est impossible d'établir ces centres partout et pour chaque discipline; et la concentration des moyens nécessite parfois de pénibles décisions. Il faudrait cependant accorder une attention particulière aux besoins des petites universités⁴.

L'opposition, indiquée ci-dessus, entre les conditions optimales de la productivité scientifique et celles de l'efficacité pédagogique, constitue un exemple de discordance entre les critères internes de valeur scientifique, et les critères externes exprimant les besoins socio-culturels. Dans un pays aussi vaste que le Canada, aux aspects si divers, il faut acquérir les connaissances scientifiques répondant aux besoins complexes de la société qui vit dans chaque région. Ces connaissances ne doivent découler qu'en partie de la recherche fondamentale. Nous ne devons pas sacrifier les avantages de la concentration des efforts (critère interne de compétence) au désir de réaliser une répartition uniforme des possibilités de recherche. Il faudrait au contraire encourager les initiatives locales, et favoriser les programmes de recherche profitant des avantages locaux; cette méthode a été fructueuse.

Certains centres de spécialisation prennent la forme d'instituts de recherche, ce qui garantit leur longue vie. Cette méthode est nécessaire si le centre a besoin d'équipement très spécialisé, nécessitant de fortes immobilisations de capitaux. Les résultats nombreux obtenus par le centre dans son domaine de spécialisation devraient constituer le critère de sa pérennité. Sa direction devra orienter ses programmes de façon à les adapter à la nature changeante des grands problèmes. Il faudra sans doute procéder à un tour d'horizon de ses activités, de temps à autre, surtout après le départ d'un des dirigeants.

On peut réaliser de petits centres de spécialisation sous forme de projet commun à plusieurs facultés ou universités, ou comme entreprise conjointe entre une université et l'État, ou un secteur industriel. Cette méthode est d'ailleurs conforme aux concepts sur le développement des nouvelles universités; elle présente de nombreux avantages, comme par exemple une plus grande facilité d'orientation des travaux, et la possibilité de dissoudre une équipe devenue improductive.

Actuellement on attache, semble-t-il, plus d'importance à la création de nouvelles connaissances qu'à l'organisation systématique et à l'élaboration des connaissances existantes pour leur diffusion. Ce travail de synthèse poussée exige tout autant d'esprit créateur que l'acquisition de nouvelles connaissances, et il est tout aussi important; néanmoins, la plu-

⁴L'Annexe A, question 13, offre quelques suggestions pour améliorer cette situation.

part des universitaires le méprisent, les administrateurs le négligent et les conseils subventionnaires s'en désintéressent. Il est grand temps qu'on se rende compte de sa valeur et qu'il figure en bonne place sur la liste des bénéficiaires d'aide fédérale. Celle-ci pourrait se limiter à une modeste assistance financière, à l'accès aux sources d'information et à la possibilité de se rendre à des réunions. On pourrait imaginer bien d'autres moyens pour encourager ce genre de travaux.

L'attitude des étudiants à l'égard de la recherche mérite de retenir l'attention. Ils considèrent beaucoup trop leur formation comme une préparation à de la recherche permanente dans le même domaine. Il faut leur faire comprendre que la recherche fait partie de la formation générale à la méthodologie du travail scientifique, laquelle peut s'appliquer à un large éventail d'activités spécialisées.

Et enfin, dernière question importante: quelle doit être l'ampleur du financement de la recherche fondamentale? On peut définir le financement optimal de la recherche fondamentale comme le minimum qui permettra 1^o la formation complète de tous les scientifiques canadiens exceptionnellement doués, et 2^o celle du personnel de recherche suffisant pour créer ou faciliter l'adaptation de toute nouvelle connaissance servant à l'accomplissement des objectifs nationaux, y compris l'enseignement.

On ne connaît aucun moyen pour chiffrer ce financement minimal en fonction de ces principes. Certains analystes effectuent des comparaisons internationales. Les graphiques 1A et 2A offrent deux exemples de ces comparaisons: celle du pourcentage de PNB consacré à la recherche fondamentale et celle du pourcentage des dépenses globales en recherche et développement (GERD) qui lui est destiné⁵. Les deux graphiques situent le Canada parmi les pays qui financent assez bien la recherche fondamentale. Certains en ont déduit que nous la finançons trop largement.

Les conclusions que l'on peut tirer de ces statistiques sont basées sur des hypothèses, généralement non exprimées:

1^o une relation optimale doit exister entre la recherche fondamentale et le PNB ou les dépenses globales de R & D, et elle est la même pour tous les pays;

2^o les statistiques provenant de différents pays sont comparables, c'est-à-dire que les dépenses se rapportant aux mêmes postes ont été calculées suivant le même procédé pour tous les pays.

On sait que la 2^e hypothèse n'est pas tout à fait exacte (voir annexe B, p. 62-72) bien que l'OCDE s'efforce d'améliorer la compatibilité des statistiques. Deux raisons sont surtout à l'origine de cette imprécision: premièrement, l'inclusion des dépenses indirectes de la recherche (surtout celles des universités, telles que les traitements du corps professoral) dépend d'une décision arbitraire fondée sur des opinions, mais elle gonfle fortement les montants globaux. L'annexe B, tableau n^o 1 du présent rapport et le tableau n^o 7, page 26 du Rapport d'étude spéciale n^o 21⁶ illustrent bien les différences.

⁵Nous utilisons les données statistiques recueillies par l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) plutôt que les statistiques nationales, parce que l'OCDE a fait un effort particulier pour assurer l'uniformité de présentation des données.

⁶On trouvera à l'annexe B un examen des différents problèmes posés par la compatibilité des données provenant de sources diverses. Il existe rarement une raison objective déterminant le choix d'une méthode plutôt que d'une autre.

Figure 1 - Dépenses de recherche fondamentale en divers pays

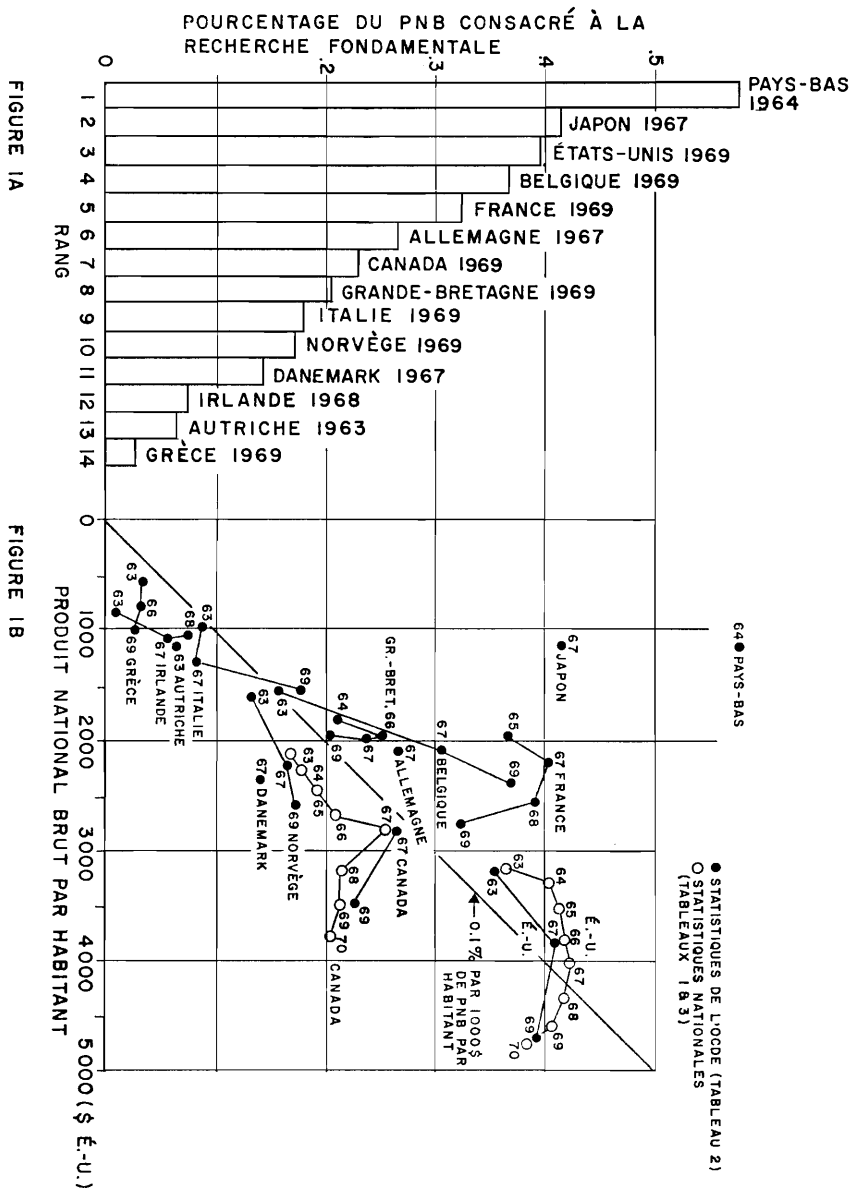


Figure 2 - Dépenses de recherche fondamentale et dépenses globales de R & D (GERD) dans divers pays

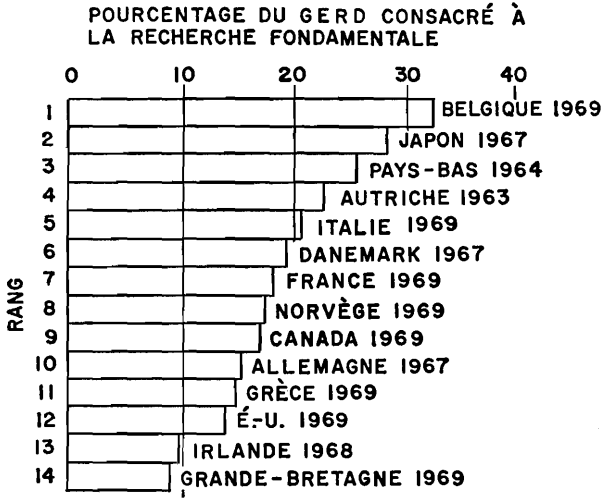


FIGURE 2A

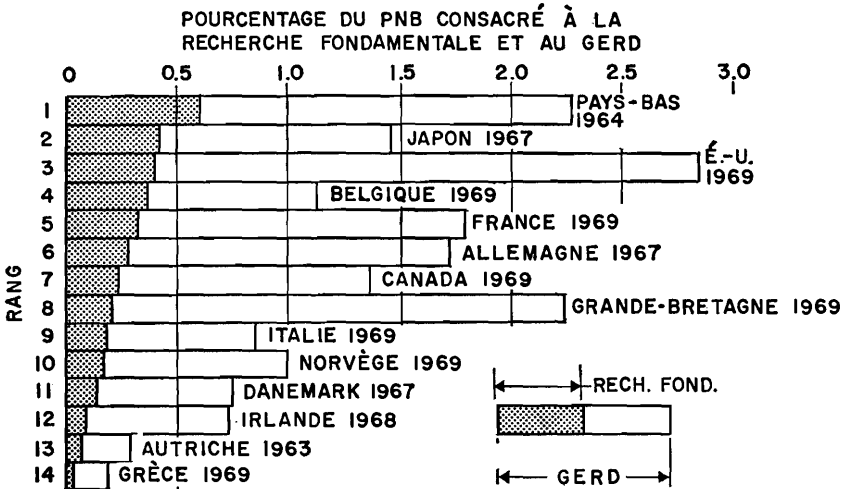


FIGURE 2B

Deuxièmement, il est difficile de distinguer objectivement entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée: leurs définitions (voir chapitre II, p. 18-20) ne diffèrent que par les motifs qui, à un niveau donné de décision font entreprendre un travail; une forte proportion des travaux appliqués ou fondamentaux pourraient être classés dans l'une ou l'autre catégorie, selon les opinions ou les besoins.

Quant à la relation optimale entre la recherche fondamentale et le PNB ou les dépenses globales de R & D, rien ne semble indiquer qu'elle existe. Nous remarquons, tout d'abord, que les quatorze pays se rangent dans un ordre très différent selon que l'on prend comme critère le pourcentage du PNB accordé à la recherche fondamentale, ou le pourcentage des crédits globaux de recherche réservé à ces mêmes travaux (diagramme 2A). Bien que le Canada ne passe que du 7^e au 9^e rang, les États-Unis descendent du 3^e (diagramme 1A) au 12^e (diagramme 2A), le Danemark monte du 11^e au 6^e, alors que la Grande-Bretagne tombe du 8^e au 14^e rang. Le diagramme 2B, qui indique les pourcentages du PNB et des crédits globaux de la R & D accordés à la recherche fondamentale, fait apparaître la raison des différences de rang obtenu. C'est l'effort de recherche appliquée et de développement technique, dosé selon une politique ne tenant pas compte de la recherche fondamentale, qui détermine la classification en fonction du pourcentage des crédits globaux de la recherche accordé aux travaux fondamentaux. Lequel devrions-nous suivre? Si c'est celui des États-Unis, nous devrions approximativement doubler le pourcentage des crédits globaux de la R & D et celui du PNB accordés à la recherche fondamentale. Suivre la Grande-Bretagne signifierait une légère réduction de la recherche fondamentale, tout en augmentant considérablement les crédits globaux à la R & D. Seuls les petits pays comme la Belgique, la Norvège, le Danemark, l'Italie, l'Autriche, l'Irlande et la Grèce fournissent un effort relativement moindre à la fois en crédits à la R & D, et en recherche fondamentale. Au lieu d'utiliser le PNB comme base de comparaison, on pourrait plus rationnellement se servir du PNB par habitant. Ce paramètre est une meilleure mesure de la richesse que le seul PNB; on pourrait croire que le pourcentage du PNB consacré à la recherche fondamentale serait fonction de la richesse. Le tableau 1B illustre cette possibilité: on s'aperçoit que pour la plupart des pays comparés, le pourcentage du PNB consacré à la recherche fondamentale s'approche de 0.1 pour cent par 1 000 \$ de PNB par habitant. Si l'on classe les différents pays en fonction des différences d'ordonnances entre leur position pour 1969 (ou la dernière année pour laquelle on connaît les statistiques) et la courbe ci-dessus, on obtient le classement suivant:

1. Pays-Bas	(1964)	+0.349%	8. Irlande	(1968)	-0.032%
2. Japon	(1967)	+0.295%	9. Autriche	(1963)	-0.052%
3. Belgique	(1969)	+0.132%	10. Grèce	(1969)	-0.068%
4. Allemagne	(1967)	+0.64%	11. États-		
5. France	(1969)	+0.48%	Unis	(1969)	-0.07%
6. Italie	(1969)	+0.024%	12. Norvège	(1969)	-0.079%
7. Grande-			13. Dane-		
Bretagne	(1969)	+0.008%	mark	(1961)	-0.11%
			14. Canada	(1969)	-0.117%

On ne peut pas non plus donner d'importance capitale aux données du graphique 1A. Dans la plupart des pays, le montant des crédits à la recherche fondamentale est déterminé par l'accumulation de nombreuses décisions s'appuyant sur différentes considérations. Le graphique 1B indique que, pour la dernière année de données disponibles, le Canada a accordé à la recherche fondamentale une part relativement moindre de son revenu national que les treize autres pays, compte tenu de leur richesse. Bien entendu, on pourrait modifier le classement de ces pays en choisissant un paramètre arbitraire pour la droite qui sert de référence. Outre les données récentes fournies par l'OCDE et servant à établir une comparaison internationale, le tableau n° 1A donne celles des années antérieures, et les tableaux 1 et 3 de l'Annexe B montrent l'évolution qui s'est produite au Canada et aux États-Unis au cours d'une période de huit années. Les données de plusieurs années se rapportant à un seul pays sont généralement compatibles, alors que ce n'est pas toujours le cas à l'échelle internationale. Ainsi le diagramme établi pour chaque pays montre les grandes lignes de l'évolution du soutien à la recherche fondamentale; il apparaît clairement que peu de pays financent la recherche fondamentale selon un pourcentage fixe du PNB. On constate que certains pays augmentent brusquement leur effort de recherche fondamentale alors que d'autres le réduisent. Au Canada, un important changement apparaît en 1967; jusqu'alors, le financement de la recherche fondamentale avait suivi l'accroissement du PNB par habitant. De 1969 à 1970, la tendance a pris une direction opposée. Nous avons montré plus haut à quel point le choix subjectif d'une base de comparaison influence les résultats. Ainsi la décision arbitraire d'un statisticien peut faire varier l'importance apparente de l'effort de recherche d'un pays par rapport à celui d'un autre, et les comparaisons constituent de piètres bases pour l'élaboration d'une politique. Nous espérons que le présent rapport incitera à rechercher une méthode permettant de déterminer le financement optimal de la recherche fondamentale grâce à l'évaluation des besoins canadiens.

On pourrait grouper les crédits budgétaires à la recherche libre et une partie des crédits à la recherche orientée dans le cadre d'un budget général de recherche calculé selon les possibilités financières du pays; la masse des crédits serait ensuite divisée entre les divers domaines de recherche. Quant aux crédits de recherche orientée entreprise pour étayer un programme de développement technique, il faudrait les évaluer en fonction des besoins de chaque programme et les porter à leur débit, plutôt qu'à celui du budget général de la recherche.

VI. Conclusions

La politique à adopter dans le domaine de la recherche fondamentale doit assurer le développement continu des travaux de recherche fondamentale dans le but de :

1° former les experts canadiens qui feront partie de la collectivité internationale de la science. Grâce à eux, le Canada bénéficiera de la masse mondiale des connaissances et y contribuera ;

2° contribuer spécialement à l'acquisition des connaissances fondamentales dans des domaines où les progrès accomplis ailleurs ne suffisent pas à nos besoins particuliers ;

3° maintenir la qualité de l'enseignement supérieur et exercer une influence positive sur les travaux de R & D en général ;

4° mettre sur pied les moyens qui permettront de résoudre les problèmes futurs.

La politique suivie jusqu'à présent par notre pays en recherche fondamentale a permis d'établir une base solide pour les sciences et de former un nombre croissant de chercheurs hautement qualifiés, répondant aux besoins principaux, ceux des universités, et aux besoins moins grands de l'État et de l'industrie. L'évolution de la situation réclame l'élaboration d'une politique adaptée aux conditions nouvelles ; dans certaines disciplines, il y a pléthore de personnel. À longue échéance, il faudra accorder plus d'importance aux besoins des secteurs non universitaires en spécialistes de formation supérieure et en acquisition des connaissances nouvelles. À ce sujet, rappelons l'une des recommandations formulée par l'un des examinateurs de l'OCDE¹ :

«Il nous apparaît de la plus grande importance pour le Canada que son effort de recherche fondamentale hautement spécialisée soit dirigé vers les besoins de développement de l'ensemble du pays, plutôt que vers l'acquisition de connaissances qui sont si souvent exploitées ailleurs. Judicieusement stimulé, un tel effort de recherche ne contrarie en rien la liberté universitaire de tous les jours, et sa valeur intellectuelle et pédagogique est indéniable».

Le Conseil souscrit à la recommandation ci-dessus pour autant que l'expression «dirigé vers» signifie «orienté vers».

Cette politique exige que l'on s'appuie sur deux types de critères pour évaluer les divers projets de recherche : les uns se rapportant à une évaluation dans le contexte de la science même (critères *internes*), les autres aux points de vue technique, social et d'exécution (critères *externes*). On a donc établi deux séries de critères, dont l'emploi logique assurerait une évaluation uniforme de tous les projets proposés. La valeur pratique de ces critères découle d'une structuration systématique des modes subjectifs d'évaluation utilisés actuellement.

Il faut que ces critères tiennent compte de la hiérarchie des priorités des besoins des diverses disciplines en connaissances fondamentales, pour que l'évaluation des projets de recherche soit efficace. La détermination des

¹Politiques nationales de la Science-Canada. OCDE. Paris 1969.

domaines prioritaires, avec l'aide des scientifiques, constitue un des éléments essentiels de la politique de recherche.

Répétons, pour conclure, que nous soutenons une orientation plus marquée de la recherche fondamentale vers des secteurs d'importance spéciale pour le Canada, pour autant qu'une proportion notable de cette recherche demeure à l'abri d'influences extérieures à la science. Nous estimons qu'on a exagéré la différence entre la recherche libre et la recherche orientée. On doit évaluer les mérites des chercheurs et de leurs travaux sans parti pris, qu'il s'agisse de recherche libre ou orientée. L'excellence seule doit retenir notre attention.

Annexes

Annexe A

Questions fréquentes et réponses

Un certain nombre de questions au sujet du rôle de la recherche fondamentale au Canada sont souvent posées par le public. Le Conseil y répond dans les pages qui suivent¹. Certaines des questions paraîtront sans doute naïves aux scientifiques, qui leur reconnaîtront immédiatement des bases incorrectes. Néanmoins, les questions sont posées et les réponses feront apparaître leur nature erronée.

1. La recherche fondamentale a-t-elle une valeur intrinsèque, même si on ne peut prévoir l'application de ses résultats au moment où on entreprend les travaux?

La recherche fondamentale est la source principale de nos connaissances et de notre compréhension de l'univers physique et biologique. Les progrès en ce domaine ont une valeur culturelle en soi. Les avantages pédagogiques sont donc toujours présents. On ne peut prévoir la valeur de ce qui n'a pas encore été découvert, mais le passé donne d'innombrables exemples des avantages que nous avons tirés du progrès des connaissances fondamentales.

2. Dans quelle mesure le Canada peut-il acquérir à l'étranger les connaissances fondamentales dont il a besoin?

Nous avons étudié cette question au chapitre II. En somme il n'y a pas de limite à la masse utile de connaissances, mais on doit se rappeler que les scientifiques canadiens n'élaborent que 3 pour cent de la masse des nouvelles connaissances; par conséquent il est indispensable d'accroître cette faible contribution pour améliorer notre accès à la masse des connaissances mondiales, surtout dans les domaines qui intéressent particulièrement notre pays (voir pages 23 et 24). Il ne faut pas oublier que 97 pour cent de cette masse des connaissances vient de l'étranger, et qu'il nous faut acquérir ce qui nous est nécessaire, et de plus élaborer les connaissances spéciales non disponibles à l'étranger.

3. Faut-il laisser à la perspicacité et à la curiosité des chercheurs scientifiques le choix des thèmes de la recherche fondamentale, ou bien ce choix devrait-il être orienté par des considérations étrangères à la science?

On retrouve ici le problème de l'orientation de la recherche, dont nous avons déjà parlé aux chapitres 4 et 5. Toute recherche puise sa valeur dans la perspicacité et la curiosité de l'homme de science qui l'effectue. On peut cependant espérer que beaucoup des scientifiques qui font de la recherche fondamentale, sinon la plupart, s'intéresseront aux aspects sociaux, économiques et techniques de leurs programmes de travaux, outre leur valeur à l'égard des critères internes de la science. Il est essentiel de créer une atmosphère permettant aux meilleurs scientifiques canadiens de réaliser

¹Ces réponses reproduisent bien entendu l'essentiel des opinions que nous avons déjà émises dans le texte principal. Pour la commodité du lecteur, elles sont donc assemblées dans un ordre différent, et certains problèmes sont plus amplement étudiés.

leurs projets de recherche dans des domaines importants pour le Canada. Néanmoins, il faut aider la recherche libre, dans quelque domaine que ce soit, quand son mérite scientifique le justifie. C'est le seul moyen de parer aux limitations du choix des domaines de la connaissance qui auront une importance pratique.

4. Quelles sont les principales entraves à l'amélioration de la recherche fondamentale au Canada?

Les chercheurs canadiens ont eu des succès notables en recherche fondamentale, mais on pourrait améliorer son efficacité comme suit. Il faudrait :

1^o concentrer les efforts en quelques domaines de recherche pour former des équipes de spécialistes hors ligne ;

2^o insister sur l'importance de la qualité ;

3^o mieux coordonner les efforts des scientifiques individuels et des petites équipes et assurer leur collaboration ;

4^o améliorer la communication entre les chercheurs de différentes disciplines et de secteurs différents (les universités, l'État, l'industrie) ;

5^o s'intéresser par priorité aux problèmes nationaux et régionaux ;

6^o créer une interaction vigoureuse entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée ou le développement technique.

Cette dernière activité est particulièrement importante pour passer rapidement aux applications des connaissances fondamentales et présenter les problèmes soulevés par l'application aux chercheurs engagés dans la recherche fondamentale. Jusqu'à présent, c'est la recherche fondamentale qui a fait progresser la technologie moderne. À l'avenir, elle devra permettre d'évaluer les répercussions de l'emploi des technologies nouvelles.

5. Comment étendre la recherche fondamentale orientée?

Les premières mesures pour une bonne orientation de la recherche sont prises hors du cadre de la politique scientifique : on établit des séries d'objectifs particuliers tenant compte des objectifs nationaux, et on détermine le rôle de chaque secteur pour leur réalisation. C'est une extension du processus de délimitation des problèmes nationaux et d'élaboration des programmes majeurs, dont s'occupe le Conseil. L'État canadien et les gouvernements provinciaux devraient accélérer ce processus, de concert avec les industries et les spécialistes intéressés, afin de délimiter les objectifs de la recherche en différents domaines, y compris les domaines transdisciplinaires. Ce sont les chercheurs actifs en certains domaines qui devraient cerner les objectifs des projets de recherche spécialisée qui les concernent. Ce processus d'auto-détermination confère les caractéristiques de la recherche libre à la recherche orientée aux yeux du chercheur. De plus, le choix des buts des projets de recherche en fonction des objectifs du pays bénéficiera d'une plus grande ampleur de vues. Le choix judicieux des domaines à étudier spécialement soulève bien des difficultés, car il faut prévoir quels sont ceux qui donneront une moisson fructueuse à long terme. C'est pourquoi nous insistons sur la nécessité de concentrer les efforts au sein de l'organisme que nous avons proposé : «Futuribles Canada» (Chap. IV, p. 37).

6. Comment établir le dialogue entre l'homme de science et le contribuable?

Cette question est contenue en partie dans la question n° 4. Les scientifiques devraient participer activement au choix des problèmes prioritaires de la recherche, et stimuler l'intérêt du public à l'égard de leur travail. Les associations scientifiques pourraient établir une liste justifiée des secteurs prioritaires. Les organismes subventionnaires (fédéraux, provinciaux et privés) et les organismes consultatifs, comme le Conseil des sciences et le Conseil économique, devraient aussi cerner les secteurs intéressants, où les projets seraient bienvenus, et diffuser largement ces vues dans la presse scientifique et les bulletins officiels. Il faudrait aussi en discuter aux réunions annuelles et aux principaux colloques. Ces échanges d'idées sont indispensables à l'élaboration judicieuse d'une politique de la recherche convenant à la collectivité scientifique. Enfin, les différents niveaux d'autorité doivent communiquer clairement leurs décisions au public.

7. Selon quels critères faut-il répartir l'effort de recherche fondamentale entre les trois secteurs public, universitaire et industriel?

Il est difficile de communiquer l'information d'un secteur à l'autre. Il faut donc accroître l'interaction entre les scientifiques des trois secteurs, dont les programmes de recherche fondamentale seront cependant répartis différemment.

Ainsi que nous le verrons plus loin, ce sont surtout les universités et les instituts annexes qui effectuent la recherche fondamentale. Il faut encourager l'industrie à en réaliser dans la mesure où elle peut ainsi mieux utiliser la masse des connaissances. Il n'y a aucune raison de favoriser la recherche fondamentale dans les petites firmes qui ne peuvent entreprendre de grands programmes de développement; il faudrait leur assurer de bonnes liaisons avec les universités, les instituts de recherche industrielle et les laboratoires de l'État.

Il faut déterminer soigneusement les besoins en recherche fondamentale des secteurs industriels qui constituent les fondements de notre économie, car tout vieillissement de leurs techniques de production serait désastreux pour notre pays². Les secteurs industriels en évolution rapide sont également vulnérables et il faut de toute nécessité procéder à une évaluation de la technologie, longtemps avant les changements prévus, et non quand ils se manifestent.

La plupart des suggestions concernant l'industrie s'appliquent aussi aux organismes publics qui font de la recherche appliquée sur une grande échelle, et subventionnent la recherche fondamentale: ils doivent disposer d'équipes internes de spécialistes; cependant ils auraient souvent avantage à recruter des scientifiques des secteurs industriel et universitaire, ou à les leur emprunter: ils acquerraient non seulement le personnel scientifique, mais aussi une meilleure connaissance des autres secteurs de la société. C'est pourquoi l'État devrait courageusement réduire l'ampleur de la recherche interne et accorder des contrats de recherche plus nombreux à l'extérieur.

²Il faut tenir compte du degré de mainmise étrangère dans ces industries (voir le Rapport n° 15 du Conseil des sciences, «L'innovation en difficulté»).

Dans certains cas, ce sont des laboratoires non industriels qui devraient accomplir les travaux de recherche, par exemple :

- pour la protection du public contre les erreurs, la négligence ou l'égoïsme des firmes industrielles (innocuité des produits industriels);
- dans les domaines d'intérêt public, ou controversés;
- pour la normalisation des mesures, l'étalonnage, l'homologation, et pour étayer les fonctions réglementaires de l'État;
- pour fournir les services de grandes installations de recherches aux firmes concurrentes; l'exploitation de ces installations pourrait être assurée par des spécialistes de l'extérieur, sous contrat.

De plus, les laboratoires de l'État ou des Instituts publics de recherche conviennent mieux que ceux des universités pour la réalisation des projets de recherche à long terme exigeant les efforts collectifs d'un personnel stable: les thèses de doctorat³ ne constituent pas un cadre favorable à ces projets. La recherche fondamentale doit favoriser la coopération entre les trois secteurs; c'est le critère important à considérer pour la répartition des nouvelles subventions. Il serait par exemple possible d'accroître le financement (par subventions ou contrats) des recherches conjointes d'une firme industrielle et d'une université.

8. Quels sont les mécanismes administratifs les plus efficaces pour le financement de la recherche fondamentale?

On utilise actuellement plusieurs mécanismes parallèles; ce sont⁴:

- les divers programmes de soutien des Conseils subventionnaires;
- les programmes de subventions à la recherche dans l'industrie;
- les subventions et contrats accordés par des organismes publics spécialisés.

Les organismes fédéraux et provinciaux utilisent ces mécanismes, quoique faiblement au niveau provincial. Il est très difficile d'évaluer la part de la recherche fondamentale dans les programmes ainsi subventionnés; ce sont les conseils subventionnaires finançant la recherche libre externe qui y consacrent le plus de fonds. Cette multiplicité des sources de financement constitue un avantage pour les chercheurs canadiens. Cependant il faut coordonner l'action de ces organismes⁵. Il n'existe pas de mécanisme officiel pour le soutien de la recherche transdisciplinaire, surtout si elle associe des disciplines des sciences naturelles, des sciences de la santé et des sciences sociales. Actuellement, les chercheurs doivent solliciter plusieurs organismes différents qui se mettent d'accord sur un financement conjoint; ce fait ralentit l'évolution de la recherche canadienne.

³Toutes ces considérations valent également pour la recherche appliquée; nous ne nous occupons ici que de l'élément fondamental des travaux qui sont indispensables, bien que de moindre envergure.

⁴Certaines fondations privées accordent également des subventions, mais leur montant ne représente qu'une faible partie du financement total.

⁵La création d'un Comité de coordination des trois Conseils a constitué un grand progrès; on organise un «Centre d'échange d'information pour le financement de la recherche universitaire», au sein de la Bibliothèque scientifique nationale.

9. Vaut-il mieux soutenir la recherche indépendante, les groupes ou les institutions?

La souplesse et la multiplicité des modes de soutien sont tout aussi valables que celles des sources de financement. L'étude des mécanismes de ce financement n'entre pas dans le cadre du présent rapport; nous nous contenterons de souligner que le travail d'équipe est de plus en plus important pour la recherche. Les modalités de financement devraient encourager et faciliter la présentation de projets de groupes de chercheurs; les subventions concertées constituent un mode d'action important qui s'étend, à la satisfaction du Conseil. Il faut également inciter les universités à élaborer leur politique de la recherche à long terme de façon coordonnée, tout en conservant les avantages de l'émulation, de la coordination et de la planification à long terme à l'échelle nationale, qui seules peuvent polariser les efforts éparpillés en des centres dynamiques.

10. Lors d'une demande de subvention, faut-il évaluer les projets de recherche d'après leur propre valeur, d'après la compétence du chercheur (ou celle de l'équipe), ou d'après une combinaison de ces éléments? Comment faut-il conduire l'évaluation?

En général, on doit évaluer les projets de recherche d'après leur valeur et la compétence du chercheur ou du groupe. Cependant cette évaluation pourra être superficielle si le projet est présenté par un scientifique éminent en pleine période productive. Il ne faudrait pas que ce dernier soit obligé de travailler dans une université pour obtenir ce soutien. Les chercheurs éminents qui sollicitent des subventions pour des recherches indépendantes devraient y avoir droit, même s'ils travaillent pour l'État ou l'industrie.

Le problème le plus délicat à résoudre en politique de la recherche fondamentale consiste à évaluer les capacités des chercheurs et le mérite de leurs projets. Dans une étude récente, l'Association canadienne des physiciens lui a accordé une attention particulière⁶.

Plusieurs pays s'efforcent de trouver des méthodes objectives d'évaluation du travail antérieur d'un chercheur ou d'un groupe. Pour le moment, nous recommanderons simplement que les conseils subventionnaires soutiennent les recherches en ce domaine et même participent à un effort international en ce sens.

Dans le chapitre IV, nous avons insisté sur l'importance de la qualité de la recherche. Bien peu de scientifiques sont féconds s'ils effectuent de la recherche indépendante, et il y a encore moins de bons animateurs. Il faut encourager ceux qui possèdent ces dons, mais inciter les autres à abandonner la recherche, ou à remplir un rôle de soutien dans un groupe. Il suffirait de limiter la durée des «subventions de démarrage» accordées à des chercheurs individuels, par exemple à six années⁷ au cours desquelles un scientifique doué pourrait asseoir sa réputation et obtenir un prix international convoité. Il va sans dire que les critères externes de mérite tiendront compte des différentes qualités exigées suivant les divers domaines de recherche (Chap. IV).

⁶Étude Lawrence sur la destination et la sélection de l'aide à la recherche universitaire en physique. La physique au Canada – Volume 27 – n° 5 – numéro spécial, juin 1971.

⁷La plupart des subventions peuvent être accordées pour une période de trois ans.

11. Comment combiner l'aspect d'acquisition des connaissances à l'aspect formateur des travaux de recherche?

La valeur éducative des recherches universitaires contribue tout d'abord à la formation des chercheurs, mais leur aspect de contribution à la masse des connaissances est à peine moins important.

Le succès de la recherche universitaire s'appuie sur le perfectionnement des chercheurs-enseignants et sur la formation des étudiants à la méthodologie d'un travail scientifique créateur. Elle améliore la communication entre les professeurs et les étudiants, et entre eux et le monde extérieur. La recherche doit toujours être de qualité: ses normes varieront selon les différents genres de personnel, car on ne peut comparer l'effort d'enseignants au premier cycle à celui des chercheurs à temps plein de l'enseignement supérieur.

On n'accorde actuellement pas assez d'attention à un autre type d'activité scientifique. Il s'agit des efforts de synthèse de l'homme de science aux vastes connaissances, qui utilise sa capacité intellectuelle pour les classer et les systématiser, pour découvrir de nouvelles corrélations et pour décrire les résultats obtenus en vue de leur diffusion. Il favorise l'accès aux résultats des travaux spécialisés exécutés dans le cadre d'une autre discipline. L'accès aux connaissances est en fait limité par les lacunes de l'utilisation rationnelle de la masse des connaissances existantes. Il est donc urgent de reconnaître la valeur de ces travaux fondamentaux. Ils contribueront largement à l'amélioration de l'enseignement.

Les universités sont gardiennes de la masse des connaissances; elles devraient l'accroître selon les intérêts de notre pays, et particulièrement en fonction des besoins régionaux ou provinciaux, en accordant une attention spéciale à la recherche orientée. Celle-ci tiendra compte des besoins du Canada; il serait peu sensé de former à la recherche des spécialistes contraints à l'émigration par le manque de débouchés dans leur spécialité. Il faudrait que les diplômés formés intensivement à la recherche acquièrent une souplesse suffisante pour s'adapter aux différentes carrières qui les attendent, de plus en plus hors du monde universitaire et de la recherche fondamentale. Il faudrait leur permettre de se former à cette éventualité au cours de leurs études de doctorat, ou sinon créer un autre diplôme supérieur. Il faudrait, dans ce but, resserrer les contacts entre l'université et les secteurs qui emploient les scientifiques. Le CNRC accorde des subventions différées et des subventions de stage en recherche pour spécialiste de l'industrie: cette initiative mérite d'être étendue, ainsi que la nomination de scientifiques à des postes universitaires et industriels à temps partiel. Ces méthodes permettraient d'établir de meilleures communications entre ces secteurs.

12. Faut-il accroître la polarisation de la recherche universitaire et comment peut-on développer ces centres de spécialisation?

On a d'excellentes raisons de grouper l'exécution des travaux d'un domaine particulier dans des centres de spécialisation disposant de spécialistes de diverses disciplines et des installations nécessaires à la recherche féconde. Cette polarisation va à l'encontre des besoins de l'enseignement dans la plupart des départements universitaires. Il faut trouver une solution pratique

à ce problème fondamental sans désavantager les établissements de moindre importance.

Par exemple :

1) l'État pourrait confier l'exécution de plus nombreux travaux de recherche aux universités;

2) on pourrait grouper les travaux grâce à une coopération pluridisciplinaire;

3) on pourrait créer des centres de direction et de coordination fonctionnant avec une équipe dont les membres travailleraient dans différents établissements⁸;

4) il faudrait tirer avantage des possibilités de recherche hors des universités, et que ces dernières en reconnaissent la validité pour l'octroi des distinctions universitaires;

5) on devrait reconnaître l'importance de la recherche visant à la systématisation de la masse des connaissances plutôt qu'à son accroissement (voir la question précédente et la page 43).

Cette dernière possibilité est fort importante, car certains travaux de recherche seraient accomplis par des laboratoires industriels et publics. Les grands établissements de recherche, tels que le CNRC, pourraient agir en instituts de recherche affiliés à certaines universités; leur personnel comprendrait alors de nombreux étudiants de 3^e cycle et des professeurs en congé septennal.

La recherche associée à l'enseignement offre d'intéressantes perspectives sur le processus d'acquisition du savoir; l'influence des travaux de recherche sur ce processus et sur les relations entre étudiants et chercheurs-enseignants pourrait être étudiée, de concert avec les départements de pédagogie et de psychologie. La recherche fondamentale sur les techniques pédagogiques mérite d'être soutenue à l'échelle nationale.

13. Quel est le rôle des groupes inter-facultés et des centres autonomes de spécialisation dans le cadre de la recherche fondamentale?

À cause de ses obligations pédagogiques, le personnel enseignant n'est pas toujours à même d'effectuer des recherches de qualité, d'utiliser au maximum un équipement coûteux et de procurer à l'État et à l'industrie les services de recherche dont ils ont besoin. Il vaut mieux alors créer des groupes spéciaux de recherche, grâce par exemple à des nominations à des postes de chercheur-enseignant de durée limitée. Dans le cas d'un programme pluridisciplinaire, il faudrait associer les chercheurs-enseignants de diverses facultés.

Les programmes majeurs et à long terme justifient la création d'instituts autonomes. Cependant, pour que les étudiants de doctorat puissent

⁸Les membres d'une équipe en ordre dispersé peuvent communiquer aisément au moyen d'une liaison électronique à bande large, comme l'expose en détail le rapport préparé par la WGBH Educational Foundation, de Boston, sous l'égide de la Foundation Ford: «International Electronic Highway» (6 avril 1970). P.A. Lapp et ses collaborateurs ont récemment proposé un réseau semblable pour l'Ontario: «Ring of Iron – A study of Engineering Education in Ontario», Rapport au Comité des présidents des universités de l'Ontario, Toronto, décembre 1970. Les recommandations exprimées dans le rapport n° 13 du Conseil des sciences: «Un réseau canadien de téléinformatique» sont tout à fait appropriées.

y effectuer leurs travaux, il vaut mieux situer ces instituts dans les terrains de l'université, à laquelle ils seront affiliés.

Le financement des établissements spécialisés doit être assuré par les crédits de réalisation du programme qui leur est confié, y compris le coût des locaux⁹, les frais généraux, les appointements du personnel, sauf ceux du personnel universitaire. Ces établissements effectueraient surtout de la recherche appliquée, mais aussi une forte proportion de recherche fondamentale (sinon, on pourrait tout aussi bien confier ces travaux à l'industrie).

On pourrait créer certains centres de spécialisation pour une durée limitée à la réalisation d'un programme, étant bien entendu que l'équipe serait ensuite dispersée, ou tout au moins que son effort subirait une orientation toute nouvelle. Seul un exceptionnel dynamisme du centre justifierait parfois l'extension de son mandat initial. Les centres agissant comme organe de direction, sans investissement en locaux, etc., pourraient être ainsi constitués.

⁹On pourrait louer ces locaux, sauf dans le cas où l'on prévoit une longue utilisation d'un bâtiment construit spécialement.

Annexe B

Données statistiques

Cette annexe contient les données numériques qui se rapportent aux travaux de recherche effectués au Canada et dans d'autres pays, et illustrent les graphiques des figures nos 1 et 2. Les indications nécessaires à certains postes figurent aux renvois de bas de tableau. On trouvera ci-dessous quelques remarques et une liste bibliographique.

Aux fins de comparaison, tous les montants sont exprimés en dollars américains. Nous avons conservé le taux de change utilisé dans les ouvrages de l'OCDE auxquels nous nous référons ici, et en ce qui concerne les données canadiennes qui ne proviennent pas des publications de l'OCDE, nous avons utilisé le taux de 92.5¢ É.-U. par dollar canadien jusqu'en 1969 inclus, et de 97¢ ensuite.

Les données relatives aux dépenses de recherche fondamentale se rapportent uniquement aux dépenses courantes, sauf indication contraire. Les immobilisations sont exclues, contrairement aux chiffres cités pour les dépenses globales de R & D (GERD), car les données fournies par la plupart des pays ne comprennent pas les immobilisations. L'utilisation, chaque fois que possible, des chiffres exprimant les dépenses courantes améliore la compatibilité des données figurant dans les tableaux de comparaison. Cependant, on doit faire certaines réserves sur la comparabilité des données concernant les différentes nations. L'OCDE explique la nature de certaines incompatibilités dans «A Study of Resources Devoted to R & D in OECD Member Countries in 1963-64. Statistical tables and notes» Volume 2, p. 17-27; 73-96; 187-221; 285-302; 333-356. Paris, 1968.

La plupart de ces observations s'appliquent également à des études plus récentes; les renseignements relatifs aux dernières années seront disponibles dès que l'OCDE aura publié les résultats de ses études semestrielles. Nos tableaux contiennent cependant les données préliminaires provenant d'études effectuées en 1967 et 1969. À cause de la nature provisoire de ces données, les notes explicatives seront peu détaillées, surtout pour l'année 1969.

Sauf indication contraire, les chiffres cités représentent le montant global des crédits pour tous les secteurs (entreprises commerciales, État, enseignement supérieur et organismes privés sans but lucratif). L'aide étrangère est créditée au compte du pays dans lequel la recherche est effectuée, et non à celui du pays donateur. Ce fait est important pour les petits pays qui hébergent de grands laboratoires internationaux.

Tableau n° 1 – PNB et dépenses de R & D du Canada

Les données relatives aux crédits globaux de R & D et de recherche fondamentale qui apparaissent au tableau n° 1 proviennent de données révisées par la Division des statistiques scientifiques, Statistique Canada, qui est la source officielle des statistiques concernant ce domaine. Les crédits globaux à la R & D représentent l'ensemble de la R & D au sein de chaque secteur. Les données relatives à la recherche fondamentale, calculées à l'aide des tableaux révisés des crédits globaux à la R & D, diffèrent énormément de celles que le Dr P. Kruus a présentées dans l'Étude spéciale n° 21, «La recherche fondamentale» (tableau n° 7 p. 26). L'écart concerne surtout le secteur universitaire; les principales différences entre les données relatives à la recherche fondamentale universitaire, citées dans le tableau n° 1 et les données contenues dans le Rapport n° 21 sont dues: 1° à la diversité des sources d'information utilisées dans chaque cas; 2° au fait que Statistique Canada n'a tenu compte que de 60 pour cent des prévisions de dépenses courantes pour la R & D universitaire, alors que l'Étude n° 21 tenait compte de 70 pour cent de ces prévisions; 3° au fait que l'Étude n° 21 devait tenir compte du salaire des enseignants¹. D'après Statistique Canada, les données concernant le secteur universitaire, si précises soient-elles dans le contexte d'hypothèses arbitraires, n'ont guère de valeur absolue, à cause de l'influence déterminante des hypothèses.

Les données concernant le secteur public proviennent d'une étude effectuée par Statistique Canada; elles englobent les données relatives aux provinces, aux Conseils provinciaux de recherche et aux sociétés de la Couronne (l'effort fédéral absorbe la quasi-totalité des crédits). Les données actuelles comprennent les coûts indirects des programmes fédéraux internes de recherches fondamentales, contrairement à certaines statistiques antérieures. Ces coûts indirects consistent en locaux fournis par d'autres départements et en frais d'administration de programmes entrepris pour étayer les activités scientifiques.

Les données relatives au secteur industriel proviennent d'une étude sur la R & D industrielle effectuée par Statistique Canada; elle ne couvre que les années impaires, mais permet de calculer des données valables pour les années paires.

Les données de Statistique Canada reportées dans le tableau n° 1 ne diffèrent guère des données de l'OCDE sur la recherche fondamentale canadienne en 1967 et 1969 (voir le tableau n° 2). À cause de cette concordance, nous avons reproduit les chiffres de Statistique Canada pour toutes les années du tableau de comparaison internationale de la figure 1B. Cependant nous avons utilisé les seuls chiffres de l'OCDE pour établir le classement.

2^e colonne – PNB

1) 1963-1967 incl.: BFS. National accounts, income, and expenditure, 1967, n° de cat. 13-201, Ottawa, 1968 (tableau 1, page 18).

2) 1968 et 1969.: BFS. *National income and expenditure accounts preliminary fourth quarter and annual, 1969*. n° de catalogue 13-001, Ottawa, 1970 (tableau A, page 22).

¹À cet égard, l'Étude n° 21 a suivi les lignes de pensée du Rapport Macdonald. Voir l'Étude spéciale n° 7: «Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes», par J.B. Macdonald et collaborateurs. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 1969.

3) 1970.: BFS. *National income and expenditure accounts*. Third quarter, 1971; n° de cat. 13-001, Ottawa, décembre 1971 (tableau 1, page 16).

3^e colonne – PNB/hab.

1) de 1963 à 1969, incl.: BFS Division du recensement. The population projections for Canada, 1968-1984. *Analytical & technical memorandum* n° 4. Ottawa, avril 1970 (tableau 1, p. 10).

2) 1970: BFS. Canadian Statistical Review n° 11-003, vol. 46, n° 12, Ottawa, septembre 1971 (Tableau 1, page 18).

4^e colonne – GERD (dépenses globales de R & D)

de 1963 à 1970 inclusivement: Prévisions budgétaires révisées, Division des statistiques scientifiques, Statistique Canada.

6^e colonne – Recherche fondamentale

de 1963 à 1970 inclusivement. Division des statistiques scientifiques, Statistique Canada.

Tableau n° 1 – PNB et dépenses de R & D du Canada (voyez le texte pour les explications)

1 Années	PNB		Dépenses globales de R & D (GERD)		Dépenses de recherche fondamentale		
	2 milliards de \$É.-U.	3 montant par habitant	4 millions de \$É.-U.	5 % du PNB	6 millions de \$É.-U.	7 % du PNB	8 % du GERD
1963	40.1	2 121	413	1.03	68	0.169	16.5
1964	43.8	2 270	506	1.15	78	0.178	15.4
1965	48.2	2 455	622	1.29	95	0.197	15.3
1966	53.7	2 680	720	1.34	113	0.210	15.7
1967	57.4	2 810	821	1.43	145	0.252	17.7
1968	66.1	3 188	871	1.31	145	0.219	16.6
1969	72.7	3 459	959	1.31	156	0.214	16.3
1970	81.9	3 777	1 025	1.25	168	0.205	16.4

Tableau n° 2 – PNB et dépenses de R & D de différents pays de l'OCDE
(sources de l'OCDE)

Références bibliographiques

1. OCDE – Main Economic Indicators – Paris, février 1970, p. 136.
2. OECD Observer – 3^e année, n° 26 – The OECD Member Countries. Paris, février 1967.
3. OECD Observer – 5^e année, n° 38 – The OECD Member Countries. Paris, février 1969.
4. OECD Observer – 6^e année, n° 44 – The OECD Member Countries. Paris, février 1971.
5. OECD Observer – 7^e année, n° 50 – The OECD Member Countries. Paris, février 1971.
6. OCDE A Study of Resources Devoted to R & D in OECD Member Countries in 1963-64. Statistical Tables and Notes Vol. 2, Paris, 1968.
7. Données provisoires provenant de l'OCDE.

Notes explicatives

Les périodes annuelles auxquelles se rapportent les données varient d'un pays à l'autre, d'un secteur à l'autre, ou même au sein d'un seul secteur. Dans la plupart des cas, cette période est l'année civile, dans d'autres l'année financière et parfois l'année universitaire. Par exemple, le document mentionné à la référence n° 6 déclare que les données pour le Japon se rapportent à l'année financière 1967 dans tous les secteurs. Le même document fournit les données relatives au secteur public et aux établissements privés sans but lucratif de Grande-Bretagne pour l'année financière. Les États-Unis utilisent l'année financière pour les statistiques concernant le secteur public et l'enseignement supérieur. Dans tous les autres cas le document fournit les données basées sur l'année civile.

Sources particulières (à l'exception de celles mentionnées dans les renvois)

3^e colonne – PNB

- 1963 et 1964: réf. 1, p. 136; réf. 2, p. 19-26
- 1966 et 1967: réf. 3, p. 19-26
- 1967 et 1968: réf. 4, p. 19-26
- 1968 et 1969: réf. 5, p. 19-26

4^e colonne – PNB par habitant

- 1963 et 1964: réf. 1, p. 136
- 1966 et 1967: réf. 3, p. 19-26
- 1967 et 1968: réf. 4, p. 19-26
- 1968 à 1969¹: réf. 5, p. 19-26

5^e colonne – Dépenses globales de R & D

- 1963 et 1964: réf. 5, tableau T, p. 36 et 37
- 1966 à 1969:1 réf. 7

7^e colonne – Recherche fondamentale

- 1963 et 1964: réf. 5, tableau T-3, p. 58 et 59
- 1965 à 1969:1 réf. 7

¹Les taux de change utilisés pour calculer les PNB et les PNB par habitant sont tirés de «Main Economic Indicators» OCDE. Février 1971, p. 137.

Tableau n° 3 – PNB et dépenses de R & D aux É.-U.

Sources particulières

Colonnes 3 et 4 – PNB et PNB par habitant

1) 1963. U.S. Bureau of the Census. “Statistical Abstract of the U.S.A., 1968.” 89^e édit., Washington, D.C. 1968 (pages 5 et 312).

2) 1964-1968 incl. U.S. Bureau of the Census. “Statistical Abstract of the U.S.A., 1969.” 90^e édit., Washington, D.C. (pages 5 et 310).

3) 1969. U.S. Bureau of the Census. “Statistical Abstract of the U.S.A., 1970”, 91^e édit., Washington, D.C. 1970. (pages 5 et 311)

4) 1970. U.S. Department of Commerce. “Survey of Current Business”. Vol. 51, n° 2, Washington, D.C. Février 1971 (tableau 1, p. 9)

Colonne 5 – Total R & D (On ne calcule pas le GERD aux É.-U. Voir renvoi 2)

1) 1963-1970 incl. U.S. National Science Foundation. “National Patterns of R & D Resources. 1953-1971. (Funds & Manpower in the United States).” NSF 70-46. Washington, D.C. Décembre 1970 (tableau B-1, p. 28-29).

Colonne 7 – Recherche fondamentale

1) 1963-1970 incl. U.S. National Science Foundation. “National Patterns of R & D Resources. 1953-1971. (Funds & Manpower in the United States).” NSF 70-46. Washington, D.C. Décembre 1970 (tableau B-2, p. 30-31).

Tableau n° 2 – PNB et dépenses de R & D de divers pays de l'OCDE (Voyez les explications dans le texte précédent)

Pays	Années	PNB		Dépenses globales de R & D (GERD)		Dépenses de recherche fondamentale		
		3	4	5	6	7	8	9
1	2	milliards de \$É.-U.	montant par habitant	millions de \$É.-U.	% du PNB	millions de \$É.-U.	% du PNB	% du GERD
Autriche	1963	7.85	1 090	23.2	0.29	5.24	0.066	22.4
Belgique	1963	13.9	1 510	137	0.98	21.9	0.157	15.9
	1967	19.6	2 050	226.3	1.15	62.5	0.319	27.6
	1969	22.8	2 360	261.1	1.14	84	0.368	32.2
Royaume-Uni	1964	86.1	1 810	1 850	2.15	181.3	0.211	9.8
	1966	105.1	1 910	2 466	2.35	266.3	0.253	10.8
	1967	109.2	1 980	2 480	2.22	255.4	0.234	10.3
	1969	109.4	1 970	2 438	2.22	224.4	0.205	9.2
Canada	1967	55.2	2 810	828.3	1.50	147.1	0.266	17.7
	1969	72.9	3 460	979.3	1.34	167.3	0.229	17.1
Danemark	1967	12.2	2 320	90.4	0.74	17.4	0.142	19.2
France	1965	94.1	1 920	1 921	2.04	345.7	0.367	18.0
	1967	109.2	2 190	2 507	2.39	438	0.401	17.5
	1968	126.2	2 530	2 627	2.08	499.1	0.395	19.0
	1969	139.6	2 770	2 495	1.78	454.8	0.325	18.2
Allemagne	1967	121.4	2 030	2 084	1.71	325.4	0.267	15.6
Grèce	1963	4.7	550	7.9	0.17	1.5	0.031	18.9
	1966	6.6	760	11.3	0.2	2	0.031	17.7
	1969	8.4	950	15.1	0.18	2.3	0.027	15.2
Irlande	1963	2.3	810	10.5	0.46	0.34	0.013	2.8
	1967	3.2	1 080	17.2	0.54	1.85	0.057	10.5
	1968	3.04	1 040	22.4	0.73	2.18	0.072	9.8

Italie	1963	47.6	954	290.8	0.61	43.1	0.09	14.8
	1967	67.1	1 280	447.1	0.67	56.6	0.084	12.6
	1969	82	1 520	694.3	0.85	144.9	0.176	20.8
Japon	1967	115.5	1 150	1 684	1.46	472.6	0.411	28.1
Pays-Bas	1964	14.7	1 130	330.4	2.25	85	0.578	25.7
Norvège	1963	5.74	1 570	42.4	0.74	7.5	0.131	17.6
	1967	8.32	2 200	80.7	0.97	13.9	0.166	17.2
	1969	9.73	2 530	96.9	0.99	17	0.174	17.5
États-Unis	1963	599.7	3 170	21 035	3.51	2 144	0.357	10.2
	1966	756	3 840	23 613	3.12	3 121	0.412	13.2
	1969	947.8	4 660	26 595	2.81	3 761	0.396	14.1

Remarques

1^{ère} colonne: Les statistiques étatsuniennes incluent les dépenses des sciences sociales et de la psychologie dans celles des secteurs public et universitaire et des établissements privés à but non lucratif.

3^e colonne: Royaume-Uni – 1964 – Le PNB a été calculé à l'aide des données sur le GERD fournies par la réf. 6.

Danemark – 1967 – Le PNB a été calculé en multipliant le PNB par habitant (col. 4) par la population de 1967 (réf. 3).

Grèce – 1966 – Le PNB a été calculé en multipliant le PNB par habitant (col. 4) par la moyenne de la population pour 1965 et 1967 (réf. 2 et 3).

Italie – 1963 – Le PNB a été calculé à l'aide des données sur le GERD (col. 5 et 6).

7^e colonne: Les chiffres de l'OCDE pour les dépenses de recherche fondamentale aux É.-U. sont ceux de 1964, alors que ceux du PNB et du GERD remontent à 1963.

Les chiffres de la 7^e colonne expriment les dépenses courantes de recherche, à l'exception de ceux de l'Autriche, de l'Irlande et des Pays-Bas, qui expriment les dépenses globales.

Les chiffres exprimant les dépenses du Danemark ne comprennent pas les dépenses du secteur privé, qui sont probablement très faibles.

Tableau n° 3 – PNB et dépenses de R & D aux É.-U.¹

Années	PNB		Total R & D		Recherche fondamentale			
	1	2	3	4	5	6	7	8
	milliards de \$É.-U.	\$ par habitant	millions de \$É.-U.	% du PNB	millions de \$É.-U.	% du PNB	% du total R & D	
1963	595	3 150	17 371	2.91	2 146	0.369	12.64	
1964	632	3 300	19 219	3.04	2 559	0.404	13.31	
1965	685	3 520	20 439	2.98	2 853	0.416	13.95	
1966	748	3 800	22 266	2.97	3 127	0.418	14.04	
1967	794	3 980	23 642	2.97	3 363	0.423	14.22	
1968	865	4 300	25 083	2.99	3 638	0.42	14.5	
1969	931	4 590	26 175	2.81	3 735	0.401	14.26	
1970	976	4 760	26 850	2.75	3 800	0.389	14.15	

¹Aux É.-U. on inclut les dépenses de la recherche en sciences sociales et en psychologie dans le montant des dépenses de recherche de l'État, des universités et des établissements à buts non lucratifs.

²Les données de la NSF sur les dépenses totales de R & D ne sont pas tout à fait comparables aux données de l'OCDE sur les dépenses globales de R & D (GERD) (tableau n° 2) ou aux données de Statistique Canada (tableau n° 1) car ces dépenses totales de R & D sont des dépenses de fonctionnement. Cependant celles-ci englobent les frais directs et indirects, y compris les amortissements, et dans certains cas des frais d'immobilisation, comme l'explique la publication NSF-70-46 «National Patterns of R & D Resources 1953-71», Notes techniques, p. 25. La comparaison des chiffres pour les années correspondantes des tableaux 2 et 3 montre que l'écart entre le Total pour la R & D et le GERD tel que calculé par l'OCDE diminue rapidement.

Annexe C

Références bibliographiques choisies

Le présent rapport découle d'une enquête très étendue, qui a nécessité un gros effort de collecte directe des données ainsi qu'une étude de la bibliographie mondiale pertinente. Le Rapport de l'étude spéciale n° 21 «La recherche fondamentale» réalisée par le Dr P. Kruus pour le Conseil des sciences constitue notre principale référence bibliographique. Certains documents provenant de cette étude n'ont pas été publiés, mais on peut les consulter à la bibliothèque du Conseil des sciences. Ce sont les documents suivants:

1. Sommaire des colloques sur la recherche fondamentale et les objectifs nationaux.
2. Documentation établie pour la conférence sur la recherche fondamentale et les objectifs nationaux.
3. Comptes rendus de la conférence sur la recherche fondamentale et les objectifs nationaux, en mars.
4. Résumé de l'exposé du président sur la recherche fondamentale et les objectifs nationaux.
5. Compte rendu du séminaire des étudiants diplômés, sur la recherche fondamentale et les objectifs nationaux.

À part notre étude, la source d'information la plus complète sur la recherche fondamentale au Canada se trouve dans le Hansard, sous la rubrique des témoignages présentés au Comité sénatorial de la politique scientifique (président: le sénateur Lamontagne):

Canada. Parlement. Sénat. Comptes rendus du Comité spécial de la politique scientifique.

a) 1^{ère} phase – Deuxième session du Vingt-septième Parlement, 1967-1968. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 1968, 328 p.

b) Première session du Vingt-huitième Parlement, 1968-1969. Nos 1 à 80. Imprimeur de la Reine, Ottawa.

c) Deuxième session du Vingt-huitième Parlement. 1969-1970. Nos 1 à 3. Imprimeur de la Reine, Ottawa.

Les rapports des Comités sénatoriaux sont publiés sous les rubriques et titres suivants:

Canada. Parlement. Sénat. Comité spécial de la politique scientifique. Une politique scientifique canadienne.

Vol. 1 Une analyse critique: le passé et le présent. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 1970.

Vol. 2 Objectifs et stratégies pour les années 1970. Information Canada, Ottawa, 1972.

Le premier volume de ce rapport contient une liste des procès-verbaux (Annexes C et D, p. 321-350). On peut trouver une autre liste classifiée par sujets dans la publication suivante:

J. Mardon et collaborateurs – *Analysis of Briefs submitted to the Senate Committee on Science Policy 1968-1969*. National Business Publications Ltd., Gardenvale, Qué. Août 1970.

Le rapport de l'étude spéciale n° 21, réalisée pour le Conseil des sciences, contient 84 références bibliographiques. On peut en trouver beaucoup d'autres dans le rapport du Comité sénatorial. Il n'est donc pas nécessaire d'en établir une liste complète dans le présent Rapport.

Pour la commodité du lecteur, nous donnons ci-dessous la liste des publications canadiennes mentionnées, à l'exception des publications purement statistiques. Nous y incluons une publication étrangère (réf. bibl. 4, ci-dessous) car elle traite exclusivement de la politique scientifique canadienne et accorde une large attention à la recherche fondamentale. Les publications du Conseil des sciences ne sont pas citées ci-dessous, car leur liste en est donnée plus loin. En outre, nous mentionnons un certain nombre d'autres références bibliographiques exposant des orientations actuelles de la pensée sur le sujet de notre rapport. À notre connaissance, il n'existe aucun texte ayant le même cadre que le présent rapport: les raisons et les principes du choix des projets de recherche fondamentale à subventionner. Le texte dont le sujet est le plus proche est l'étude de l'Association canadienne des physiciens (réf. bibl. 2, ci-dessous), mais elle traite seulement de la recherche universitaire en physique. Le rapport de la Commission de l'AUCC pour l'étude de la rationalisation de la recherche universitaire traitera de bien des problèmes que nous avons étudiés, mais elle ne paraîtra pas avant l'été de 1972.

Ouvrages ayant servi à l'élaboration du présent rapport

1. Canada. Loi sur les arrangements fiscaux entre le gouvernement fédéral et les provinces, 1967.

2. Association canadienne des physiciens. Purpose and Choice in the Support of University Research in Physics. Rapport élaboré par un Groupe d'étude de l'Association canadienne des physiciens (président: le Dr G.C. Laurence). La Physique au Canada 27 (5): 1-37, Toronto, juin 1971. Numéro spécial.

3. R.S. Ritchie. An Institute for Research on Public Policy. Information Canada, 1971.

4. OCDE. Politique nationale de la science – Canada. Paris, 1969.

5. P.A. Lapp et collaborateurs. Ring of Iron – A Study of Engineering Education in Ontario. Rapport du Comité des présidents des universités ontariennes. Toronto, décembre 1970.

Autres références bibliographiques selon leur ordre chronologique.

1. Rapport n° 2 du CRM. Canadian Medical Research: Survey and Outlook. Imprimeur de la Reine, Ottawa, septembre 1968.

2. Comité de prévision du CNRC (Président: le Dr P.L. Bonneau) Prévisions des ressources en effectifs et fonds nécessaires à la recherche pour la période 1968-1972. Recherches en sciences et en génie dans les universités canadiennes. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 1969.

3. CNRC. A Commentary on Science Council Special Study n° 7. Ottawa, juin 1969.

4. Rapport de la Commission d'étude sur l'administration de l'Université de Toronto. Towards Community in University Government. University of Toronto Press, Toronto, 1970. p. 67-83.

5. Association des universités et collèges du Canada. (AUCC) W.J. Waines. Federal Support of Universities and Colleges in Canada. AUCC, Ottawa, 1970.

6. A.M. Smolenski et A.E. Burgess. The Role of Education in Canadian Science Policy and the Future of Canada. Université de la Colombie-Britannique, Vancouver, 1970. 41 p.

7. Colloque sur la recherche agronomique. Université du Manitoba, 20 janvier, 24 février et 9 mars 1971. B.G. Hogg. Graduate Students' Training and Research, dans Proceedings for Symposia on Agricultural Research (sous presse). Ministère fédéral de l'Agriculture en collaboration avec le département d'économie rurale de la faculté d'Agriculture de l'Université du Manitoba. C. Davidson, dir. de publication. (Sous presse).

8. Colloque sur la recherche agronomique réuni les 20 janvier, 24 février et 9 mars 1971 à l'Université du Manitoba. B.B. Migicovsky: The Role of Basic Research in Mission-Oriented Research Agencies, dans Proceedings for Symposia on Agricultural Research. Ministère fédéral de l'Agriculture, en collaboration avec le département d'économie rurale de la faculté d'Agriculture de l'Université du Manitoba. C. Davidson, dir. de publication. (Sous presse).

9. Université Laval. Rapport du Comité de planification. 11 mai 1971. Laval, Qué. 1971 p. 103-154.

10. Ontario. Commission de l'éducation post-secondaire en Ontario (Rapport préliminaire) Imprimeur de la Reine, Toronto, 1971.

11. S.G. Peitchinis. Financing Post-secondary Education in Canada. Rapport d'une étude réalisée pour le Conseil des Ministres de l'Éducation du Canada. Toronto, 1971.

12. A. Porter. Towards a Community University. Rapport du délégué universitaire, au Conseil de l'Université Western Ontario. Université Western Ontario, London, 1971. p. 149-164.

13. J. Porter, B. Blishen et collaborateurs. Towards 2000: The Future of Post-secondary Education in Ontario (texte tiré d'un rapport du Sous-comité de la recherche et de la planification au Comité des présidents des universités ontariennes, et présenté sous forme de mémoire à la Commission de l'éducation post-secondaire en Ontario). McClelland and Stewart Ltd., Toronto, 1971. 176 p.

14. Québec. Comité des politiques scientifiques du Québec. Les principes de la politique scientifique du Québec. Ministère de l'Éducation du Québec, 1971.

Le comité du Conseil des sciences pour la recherche fondamentale

Président:

le Dr Roger Gaudry*,
Recteur,
Université de Montréal,
C.P. 6128,
Montréal, Qué.

Auteur ou co-auteur de quelque 90 articles scientifiques sur la chimie organique et biologique.

Anciennement, vice-président et directeur des recherches de la société Ayerst, McKenna & Harrison, Ltée; Boursier Rhodes.

Membres:

le Dr Mervyn Franklin*,
Doyen,
Faculté des sciences,
Université du Nouveau-Brunswick,
Frédéricton, N.-B.

Professeur de biologie à la Faculté des sciences de l'Université du Nouveau-Brunswick, et rédacteur associé de la Revue canadienne de microbiologie.

Anciennement, professeur associé de microbiologie au Collège de médecine de New York.

le Dr F.C. MacIntosh†,
Professeur titulaire de
la Chaire Drake de
physiologie,
Université McGill,
Montréal, Qué.

Président du Comité délibératif canadien pour la Fondation Nuffield.

Anciennement, président du Comité canadien pour le Programme biologique international (1964-1967), et président du Comité national canadien auprès de l'Union internationale des sciences physiologiques.

le Dr G.N. Patterson*,
Directeur,
Institut des études
aérospatiales,
Université de Toronto,
Toronto, Ont.

Fondateur de l'Institut des études aérospatiales de l'Université de Toronto; membre du Comité consultatif pour la recherche sur les plasmas et la dynamique des gaz, auprès du Conseil des recherches pour la défense; membre du Groupe technique consultatif auprès du Conseil national des recherches aéronautiques du Canada.

Anciennement, président de l'Institut canadien de l'aéronautique et de l'espace.

le Dr H.E. Petch†,
Vice-président aux
affaires universitaires,
Université de Waterloo,
Waterloo, Ont.

Anciennement, Président intérimaire à l'Université de Waterloo; directeur du Collège des sciences et de technologie de Hamilton; directeur des recherches à l'Université McMaster et président de l'Unité de recherches interdisciplinaires sur les matériaux à l'Université McMaster.

*Membre du Conseil des sciences du Canada

†Ancien membre du Conseil

Membres du Conseil des sciences du Canada

Président

Dr Roger Gaudry,
Recteur,
Université de Montréal,
C.P. 6128,
Montréal 101^e, Qué.
(514) 343-6776

Vice-président

Mr. A.E. Pallister,
Vice-President,
Science and Development,
Kenting Limited,
700 – 6th Avenue S.W., 3rd Floor
Calgary, Alberta. T2P OT8
(403) 269-3454

Membres

Prof. W.M. Armstrong,
Deputy President,
President's Office,
University of British Columbia,
Vancouver 8, B.C.
(604) 228-2129

Miss Sylvia O. Fedoruk,
Director of Physics
Saskatchewan Cancer Commission,
University Hospital,
Saskatoon, Saskatchewan.
(306) 343-9565

Dr. A.A. Bruneau,
Dean of Engineering and
Applied Science,
Memorial University of
Newfoundland,
St. John's, Newfoundland.
(709) 753-1200

Dr Gabriel Filteau,
Vice-doyen,
Faculté des sciences et du génie,
Université Laval,
Québec, Qué.
(418) 656-2141

Dr. Carol W. Buck,
Professor and Chairman,
Department of Epidemiology
and Preventive Medicine,
University of Western Ontario,
London, Ontario.
(519) 679-3858

M. R. Fortier,
Vice-président (région de
Montréal),
Bell Canada,
Pièce 901,
1060, avenue Université,
Montréal, Qué.
(514) 870-5676

Dr Pierre Dansereau,
Directeur scientifique,
Centre de recherches écologiques
de Montréal (CREM),
4101 est, rue Sherbrooke,
Montréal 406^e, Qué.
(514) 872-6670

Dr. Mervyn Franklin,
Dean,
Faculty of Science,
University of New Brunswick,
Fredericton, New Brunswick.
(506) 475-9471: Local 477 or 363

Dr. J.C. Gilson,
Vice-President (Research,
Graduate Studies and
Special Assignments),
University of Manitoba,
Room 202, Administration
Building,
Winnipeg 19, Manitoba.
(204) 474-9444

Mr. Leonard Hynes,
Chairman of the Board,
Canadian Industries Limited,
P.O. Box 10,
Montreal 101, Quebec.
(514) 874-3531

Dr. J. Kates,
President,
SETAK Computer Services
Corp. Ltd.,
2450 Victoria Park Avenue,
Willowdale 425, Ontario.
(416) 491-2291

Dr. P.A. Larkin,
Head, Department of Zoology,
University of British Columbia,
Vancouver 8, B.C.
(604) 228-3370

Mr. William G. Leithead,
Partner,
McCarter, Nairne & Partners,
Architects, Engineers, Planners,
400 Marine Building,
Vancouver 1, B.C.
(604) 685-0484

Dr. G.N. Patterson,
Director,
Institute for Aerospace Studies,
University of Toronto,
Toronto, Ontario.
(416) 635-2828

Dr. Fernand Roberge,
Département de physiologie,
Université de Montréal,
C.P. 6128,
Montréal, Qué.
(514) 343-6357

Mr. Lloyd Secord,
Principal,
Dilworth, Secord, Meagher, and
Associates Ltd.,
4195 Dundas West,
Toronto, Ontario.
(416) 239-3011

Mr. J.J. Shepherd,
President,
Leigh Instruments Limited,
275 Slater Street,
Ottawa, Ontario.
(613) 237-6802

Dr. Livia Marie Thur,
Vice-rectrice à l'enseignement
et à la recherche,
Université du Québec,
C.P. 500,
Trois-Rivières, Qué.
(819) 376-5248

Dr. Irene Uchida,
Professor,
Department of Pediatrics,
McMaster University,
Hamilton, Ontario.
(416) 522-4971

Membres associés

D^r L.J. L'Heureux,
Président,
Conseil de recherches pour
la défense,
125, rue Elgin,
Ottawa, Ont.
(613) 992-4009

D^r A.J. Mooradian,
Vice-président,
Énergie atomique du Canada
Limitée,
Laboratoires nucléaires de
Chalk River,
Chalk River, Ont.
(613) 584-3311

D^r W.G. Schneider,
Président,
Conseil national de recherches
du Canada,
Chemin de Montréal,
Ottawa, Ont.
(613) 993-2024

M. R.F. Shaw,
Sous-ministre de l'Environnement,
Environnement Canada,
Ottawa, Ont. K1A 0H3
(613) 996-7667

Publications du Conseil des sciences du Canada

Rapports annuels

Premier rapport annuel, 1966-1967 (SS1-1967F)

Deuxième rapport annuel, 1967-1968 (SS1-1968F)

Troisième rapport annuel, 1968-1969 (SS1-1969F)

Quatrième rapport annuel, 1969-1970 (SS1-1970F)

Cinquième rapport annuel, 1970-1971 (SS1-1971F)

Sixième rapport annuel, 1971-1972 (SS1-1972F)

Rapports

- Rapport n° 1*, **Un programme spatial pour le Canada (SS22-1967/1F, \$0.75)**
- Rapport n° 2*, **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses – Première évaluation et recommandations (SS22-1967/2F, \$0.25)**
- Rapport n° 3*, **Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada (SS22-1968/3F, \$0.75)**
- Rapport n° 4*, **Vers une politique nationale des sciences au Canada (SS22-1968/4F, \$0.75)**
- Rapport n° 5*, **Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral (SS22-1969/5F, \$0.75)**
- Rapport n° 6*, **Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique (SS22-1969/6F, \$0.75)**
- Rapport n° 7*, **Les sciences de la Terre au service du pays – Recommandations (SS22-1970/7F, \$0.75)**
- Rapport n° 8*, **Les arbres...et surtout la forêt (SS22-1970/8F, \$0.75)**
- Rapport n° 9*, **Le Canada...leur pays (SS22-1970/9F, \$0.75)**
- Rapport n° 10*, **Le Canada, la science et la mer (SS22-1970/10F, \$0.75)**
- Rapport n° 11*, **Le transport par ADAC: Un programme majeur pour le Canada (SS22-1970/11F, \$0.75)**
- Rapport n° 12*, **Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture (SS22-1970/12F, \$0.75)**
- Rapport n° 13*, **Le réseau transcanadien de téléinformatique: I^{ère} phase d'un programme majeur en informatique (SS22-1971/13F, \$0.75)**
- Rapport n° 14*, **Les villes de l'avenir: Les sciences et les techniques au service de l'aménagement urbain (SS22-1971/14F, \$0.75)**
- Rapport n° 15*, **L'innovation en difficulté: le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada (SS22-1971/15F, \$0.75)**
- Rapport n° 16*, **«... mais tous étaient frappés» Inquiétudes pour l'environnement et dangers de pollution de la nature canadienne (SS22-1972/16F, \$1.00)**
- Rapport n° 17*, **In vivo – Quelques lignes directrices pour la biologie fondamentale au Canada (SS22-1972/17F, \$1.00)**

Études spéciales

Les cinq premières études de la série ont été publiées sous les auspices du Secrétariat des sciences.

Special Study No. 1, **Upper Atmosphere and Space Programs in Canada**, by J.H. Chapman, P.A. Forsyth, P.A. Lapp, G.N. Patterson (SS21-1/1, \$2.50)

Special Study No. 2, **Physics in Canada: Survey and Outlook**, by a Study Group of the Canadian Association of Physicists headed by D.C. Rose (SS21-1/2, \$2.50)

Étude spéciale n° 3, **La psychologie au Canada**, par M.H. Appley et Jean Rickwood, Association canadienne des psychologues (SS21-1/3F, \$2.50)

Étude spéciale n° 4, **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses: Évaluation scientifique et économique**, par un Comité du Conseil des sciences du Canada (SS21-1/4F, \$2.00)

Étude spéciale n° 5, **La recherche dans le domaine de l'eau au Canada**, par J.P. Bruce et D.E.L. Maasland (SS21-1/5F, \$2.50)

Étude spéciale n° 6, **Études de base relatives à la politique scientifique: Projection des effectifs et des dépenses R & D**, par R.W. Jackson, D.W. Henderson et B. Leung (SS21-1/6F, \$1.25)

Étude spéciale n° 7, **Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes**, par John B. Macdonald, L.P. Dugal, J.S. Dupré, J.B. Marshall, J.G. Parr, E. Sirluck, E. Vogt (SS21-1/7F, \$3.00)

Étude spéciale n° 8, **L'information scientifique et technique au Canada**,
Première partie, par J.P.I. Tyas (SS21-1/8F, \$1.00)
II^e partie, Premier chapitre, Les ministères et organismes publics (SS21-1/8-2-1F, \$1.75)
II^e partie, Chapitre 2, L'industrie (SS21-1/8-2-2F, \$1.25)
II^e partie, Chapitre 3, Les universités (SS21-1/8-2-3F, \$1.75)

II^e partie, Chapitre 4, Organismes internationaux et étrangers (SS21-1/8-2-4F, \$1.00)

II^e partie, Chapitre 5, Les techniques et les sources (SS21-1/8-2-5F, \$1.25)

II^e partie, Chapitre 6, Les bibliothèques (SS21-1/8-2-6F, \$1.00)

II^e partie, Chapitre 7, Questions économiques (SS21-1/8-2-7F, \$1.00)

Étude spéciale n° 9, **La chimie et le génie chimique au Canada: Étude sur la recherche et le développement technique**, par un groupe d'étude de l'Institut de Chimie du Canada (SS21-1/9F, \$2.50)

- Étude spéciale n° 10*, **Les sciences agricoles au Canada**, par B.N. Smallman, D.A. Chant, D.M. Connor, J.C. Gilson, A.E. Hannah, D.N. Huntley, E. Mercier, M. Shaw (SS21-1/10F, \$2.00)
- Étude spéciale n° 11*, **L'Invention dans le contexte actuel**, par Andrew H. Wilson (SS21-1/11F, \$1.50)
- Étude spéciale n° 12*, **L'aéronautique débouche sur l'avenir**, par J.J. Green (SS21-1/12F, \$2.50)
- Étude spéciale n° 13*, **Les sciences de la Terre au service du pays**, par Roger A. Blais, Charles H. Smith, J.E. Blanchard, J.T. Cawley, D.R. Derry, Y.O. Fortier, G.G.L. Henderson, J.R. Mackay, J.S. Scott, H.O. Seigel, R.B. Toombs, H.D.B. Wilson (SS21-1/13F, \$4.50)
- Étude spéciale n° 14*, **La recherche forestière au Canada**, par J. Harry G. Smith et Gilles Lessard (SS21-1/14F, \$3.50)
- Étude spéciale n° 15*, **La recherche piscicole et faunique**, par D.H. Pimlott, C.J. Kerswill et J.R. Bider (SS21-1/15F, \$3.50)
- Étude spéciale n° 16*, **Le Canada se tourne vers l'océan: Étude sur les sciences et la technologie de la mer**, par R.W. Stewart et L.M. Dickie (SS21-1/16F, \$2.50)
- Étude spéciale n° 17*, **Étude sur les travaux canadiens de R & D en matière de transports**, par C.B. Lewis (SS21-1/17F, \$0.75)
- Étude spéciale n° 18*, **Du formol au Fortran – La biologie au Canada**, par P.A. Larkin et W.J.D. Stephen (SS21-1/18F, \$2.50)
- Étude spéciale n° 19*, **Les Conseils de recherches dans les provinces, une richesse pour notre pays**, par Andrew H. Wilson (SS21-1/19F, \$1.50)
- Étude spéciale n° 20*, **Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada**, par Frank Kelly (SS21-1/20F, \$1.00)
- Étude spéciale n° 21*, **La recherche fondamentale**, par P. Kruus (SS21-1/21F, \$1.50)
- Étude spéciale n° 22*, **Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger, et politique des sciences du Canada**, par Arthur J. Cordell (SS21-1/22F, \$1.50)