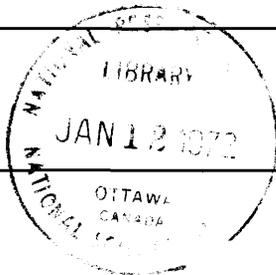


Ser
Q1
C212s1
no. 21



ANALYZED

Étude de documentation pour le Conseil des sciences du Canada

Décembre 1971
Étude spéciale
n° 21

La recherche
fondamentale

par P. Kruus

Décembre 1971

REVUE

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'Informa-
tion Canada:

Halifax

1735, rue Barrington

Montréal

1182 ouest, rue Ste.-Catherine

Ottawa

171, rue Slater

Toronto

221, rue Yonge

Winnipeg

499, avenue Portage

Vancouver

657, rue Granville

ou chez votre libraire

Prix \$1.50

N^o de catalogue SS21-1 /21F

Prix sujet à changement sans avis préa-
lable

Information Canada

Ottawa, 1971

le D^r Peeter Kruus

L'auteur de ce rapport, M. Peeter Kruus, naquit en Estonie en 1939. De 1944 à 1949, il vécut en Suède, où il accomplit ses premières années scolaires, qui furent interrompues par l'émigration de sa famille au Canada. Il poursuivit ses études à Toronto, et reçut le Baccalauréat spécialisé en physique et chimie en 1961. De 1961 à 1963, il étudia à Copenhague, à l'Université technique du Danemark, dont il obtint une Licence en technologie. En 1965, après deux ans d'études à l'Université de Toronto, cette institution lui décerna un doctorat en chimie.

Depuis 1965, le D^r Kruus est professeur de chimie à l'Université Carleton. L'étude sur laquelle s'appuie le présent rapport fut menée par le professeur Kruus de 1969 à 1970, durant son détachement au Conseil des sciences. À l'Université Carleton, le professeur Kruus donne un cours de chimie générale aux étudiants de première année; de plus, il enseigne un cours supérieur sur la structure et la dynamique des liquides, lesquelles constituent le thème de ses recherches actuelles.



Préface

Le Conseil des sciences du Canada consacra son Rapport n° 4 «à l'étude de la façon dont la science et la technologie sont utilisées à l'avantage de notre pays; aussi le rôle important joué au Canada par la recherche fondamentale et la miniscience n'est-il pas traité dans le cadre de ce rapport».

Les études de documentation qui suivirent, et les rapports que le Conseil consacra à des secteurs particuliers de la science canadienne, abordèrent parfois la question de la recherche fondamentale en évoquant sa situation actuelle, sa vigueur et son évolution, mais toujours dans le cadre restreint du secteur scientifique étudié. À la fin de 1969, le Conseil estima qu'il avait en mains une documentation suffisante, et qu'il pouvait donc entreprendre une série d'études synoptiques dont l'une, suivant la promesse du Rapport n° 4, serait consacrée à la recherche fondamentale.

À cette époque, le Conseil avait la chance de compter parmi les membres de son personnel scientifique, le Dr Peeter Kruus, détaché par l'Université Carleton. Il fut chargé du projet et mena l'étude avec autant d'énergie que d'imagination. À la fin de sa mission, le Dr Kruus dut regagner son poste universitaire et confier à d'autres la phase finale de son travail. Mais il avait eu le temps de glaner, au cours de séminaires et de conférences, une abondante moisson de renseignements touchant l'attitude de la communauté scientifique face aux problèmes simples et complexes posés par la recherche fondamentale.

La présente étude de documentation, rédigée par le Dr Kruus grâce aux données recueillies, fournit au Conseil des sciences une base appropriée pour l'élaboration de ses propres recommandations. En publiant cette étude, le Conseil espère relancer le débat et favoriser une meilleure compréhension des faits.

Nous espérons aussi que la publication de ce document et des rapports du Conseil sur la recherche fondamentale, rassurera ceux qu'inquiétait l'intérêt apparemment exclusif du Conseil pour la recherche appliquée et leur prouvera que la science canadienne, comme le Conseil l'affirme à plusieurs reprises dans le Rapport n° 4, mise largement sur la recherche fondamentale.

Dr P.D. McTaggart-Cowan,
Directeur général,
Conseil des sciences du Canada

*Rapport n° 4 du Conseil des sciences du Canada, «Vers une politique nationale des sciences au Canada». Imprimeur de la Reine, 1968.

Remerciements

La plupart des idées sur lesquelles se fonde le présent rapport ont été exprimées au cours des débats entre les participants à l'étude, et dans leurs remarques écrites. Je leur exprime ici ma reconnaissance. Je remercie le D^r P.D. McTaggart-Cowan, M. J. Mullin et les conseillers scientifiques du Conseil des sciences, tout particulièrement les D^{rs} R.W. Jackson, P.L. Bourgault, R. Voyer et W.L. Sauer, pour leur aide et leurs suggestions et également les autres membres du personnel et tout spécialement Mme B. Titus, M. D. Hunka et M. L. Lafrance, sans lesquels l'étude n'aurait jamais pu être terminée en temps voulu.

Mes remerciements vont aussi à M. J. Miedzinski, du Conseil des sciences, pour son aide précieuse lors de la préparation du rapport final, et à tous ceux qui ont bien voulu exprimer leur avis sur les rédactions successives du rapport: le D^r R.A. Shigeishi, de l'Université Carleton, le D^r J. Kruus, du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, les D^{rs} J.S. Minas et H.E. Petch, de l'Université de Waterloo, et les D^{rs} I.B. McDiarmid et B. Gingras, du Conseil national de recherches. Je m'estime seul responsable des erreurs et omissions, de même que des opinions qui sont formulées dans ce rapport.

P. Kruus

Département de chimie de l'Université
Carleton

Table des matières

Préface	4
Remerciements	5
I. Introduction	9
II. Description de l'étude sur la recherche fondamentale dans le cadre des objectifs nationaux	11
II. 1 Programme de l'étude	12
II. 2 Principaux points d'accord général, et points de conflit	13
II. 3 La méthode «Delphi»	15
II. 4 Remarques finales	19
III. Aperçu sur les problèmes de la recherche fondamentale au Canada	23
III. 1 Avant-propos	24
<i>Qu'est-ce que la recherche fondamentale?</i>	
III. 2 Historique	24
III. 3 Définitions détaillées	27
III. 4 L'activité réelle	29
<i>Quelle est la contribution de la recherche fondamentale?</i>	
III. 5 Contributions à l'enseignement en général	32
III. 6 Relations entre recherche et enseignement supérieur	35
III. 7 La recherche fondamentale dans le cadre de l'industrie et de l'État	37
III. 8 Aspects culturels de la recherche fondamentale	41
<i>Quel est l'avenir de la recherche fondamentale?</i>	
III. 9 L'évolution dirigée	43
III. 10 Les perspectives de la recherche fondamentale	45
<i>Quel est le meilleur moyen d'administrer la recherche fondamentale?</i>	
III. 11 Où la gestion est-elle nécessaire, et où ne l'est-elle pas?	47
III. 12 La gestion par le financement	49
<i>Quel soutien faut-il accorder à la recherche fondamentale?</i>	
III. 13 Soutien global	53
III. 14 La répartition des fonds	57
IV. Résumé des solutions proposées	61
V. Anthologie de citations sur la recherche fondamentale	65
Bibliographie	69
Publications du Conseil des sciences du Canada	72

I Introduction

En vue d'éviter toute incompatibilité dans ses exposés sur les diverses disciplines dont traitent les études spéciales, le Conseil des sciences a décidé d'entreprendre une série d'études synoptiques des diverses disciplines, qui ne tiendraient pas compte des frontières entre chacune. Lors des discussions de l'été 1969, on proposa «la recherche fondamentale menée dans le cadre des objectifs nationaux» comme thème d'une étude synoptique. À la réunion de septembre 1969, le Conseil approuva ce projet.

Le titre de l'étude mentionne les objectifs nationaux car, selon le Conseil, aucune activité exigeant de vastes fonds publics ne devrait être entreprise sans but précis. On doit pouvoir justifier ces dépenses par les contributions à long et à court terme que le programme fera aux objectifs culturels, sociaux et économiques du pays.

En novembre, les grandes lignes de l'étude furent ébauchées sous forme d'une série de questions. L'étude avait pour premier objectif de recueillir et d'analyser les réponses aux questions suivantes:

Qu'est-ce que la «recherche fondamentale»?

Quelle est sa contribution à l'accomplissement de nos objectifs nationaux?

Quel sera l'avenir de la recherche fondamentale?

Quelle sera la meilleure façon de l'administrer?

Quel soutien faut-il donner à la recherche fondamentale et comment cette aide doit-elle être répartie entre les différents domaines?

Le rapport contient les résultats de cette enquête, agencés par l'auteur en tableaux synoptiques. Au cours de la phase de rassemblement des données, on s'efforça de recueillir des opinions représentatives de milieux différents, afin de bien étayer la synthèse qui devait suivre. Malgré tout, celle-ci reste subjective, et il importe de s'en souvenir. De plus, il faut souligner le fait que les vues exprimées dans ce rapport ne sont pas nécessairement celles du Conseil.

Certaines des opinions émises sont

étayées par des statistiques mais ce n'est pas toujours le cas soit parce qu'elles sont inutiles lorsqu'il s'agit de problèmes de qualité ou de valeur, soit parce qu'il aurait fallu un délai trop considérable pour les obtenir et elles auraient perdu toute valeur entre temps. Aussi, l'auteur a souvent exprimé son opinion personnelle. Mais cette opinion n'était pas toute formée dès le début du travail; elle s'est élaborée peu à peu au contact et à l'analyse de la multitude d'opinions personnelles différentes recueillies en cours d'étude.

Les données mentionnées au tableau n° 7 sont valables pour juin 1971. Cependant, l'essentiel du texte est celui de la version originale soumise au Conseil des sciences en juin 1970; certaines remarques ne sont donc plus tout à fait appropriées.

Les différentes manières de formuler les définitions ont souvent provoqué des discussions stériles. Afin d'éviter tout malentendu, rappelons que les définitions suivantes sont employées dans le présent rapport (voir aussi Chap. III):

Recherche fondamentale: recherche entreprise en vue d'acquérir de nouvelles connaissances. Elle n'est pas orientée en fonction d'un but précis ou d'une réalisation pratique.

Recherche libre: recherche fondamentale sans rapport avec un objectif pratique ou la résolution d'un problème.

Recherche orientée: recherche fondamentale qu'on entreprend pour combler une lacune apparente des connaissances fondamentales dans certains domaines, et à cause de laquelle la réalisation d'un certain projet est ou pourrait être empêchée.

Recherche appliquée: recherche originale qu'on entreprend pour acquérir de nouvelles connaissances scientifiques, et qu'on dirige vers un but pratique ou un objectif déterminé.

Ces définitions n'élimineront pas tout danger de malentendu, à cause de l'ambiguïté d'expressions telles que «spécial, particulier, pratique, déterminé, etc.»

II

Description
de l'étude sur
la recherche
fondamentale
dans le cadre
des objectifs
nationaux

II.1 Programme de l'étude

Les séminaires

La première phase de l'étude englobait huit séminaires d'un jour chacun. Leur but était d'obtenir la collaboration de la collectivité scientifique canadienne et des idées nouvelles, d'apprécier son attitude et d'attirer son attention sur la complexité du sujet.

On demanda aux doyens de faculté, aux directeurs d'offices fédéraux et aux directeurs de la recherche de diverses sociétés, de désigner des participants au sein de leurs organismes. Des délégués de facultés des sciences, de médecine et de génie participèrent à trois de ces séminaires; ils représentaient certaines des universités des diverses régions du Canada; un autre séminaire ne groupait que des délégués des facultés des sciences et de médecine des universités ontariennes; un autre groupait des représentants des départements de génie des universités de l'Ontario et des Instituts provinciaux de recherche; un autre réunissait des scientifiques des laboratoires de recherche de l'État; un autre groupait des représentants des facultés des sciences sociales des grandes universités et un autre enfin les délégués de l'industrie. Un membre du Conseil des sciences participait à chaque séminaire.

Chaque participant à un séminaire ne recevait que la liste des questions constituant les grandes lignes de l'étude, afin de ne pas se trouver prévenu. À leur arrivée seulement, on leur remettait quelques données; les idées exprimées au séminaire étaient donc, dans une large mesure, originales et spontanées. Les participants en recevaient ensuite un résumé et étaient priés d'envoyer leurs remarques, tant sur les idées débattues au séminaire que sur le sujet de l'étude. Des 175 participants, 32 ont fait part de leurs remarques, certains sous forme d'essais substantiels. Les résumés et les remarques rassemblés en un volume furent ensuite envoyés à tous les participants.

La conférence

En mars 1970, au cours d'une conférence

tenue pendant deux jours et demi dans les bureaux du Conseil, les participants, répartis en huit groupes de travail, examinèrent à fond la question à l'étude.

On proposa les noms de scientifiques ouverts, compétents, que la direction d'un groupe de travail sur la recherche fondamentale pouvait intéresser, puis on en dressa une liste parmi laquelle on choisit les directeurs en tenant compte de leur secteur d'activité, de leur champ d'intérêt et de la région qu'ils représentaient, afin de réunir un éventail complet d'opinions. Chaque directeur de groupe choisit ensuite six collaborateurs. Voici la liste des huit scientifiques ayant accepté la direction d'un groupe:

Le D^r M.J. Keen, président du département de géologie, de l'Université Dalhousie;

le D^r J.R. Moreau, professeur à la faculté d'agriculture de l'Université Laval;

le D^r R.U. Lemieux, professeur de chimie à l'Université de l'Alberta;

le D^r A.J. Mooradian, vice-président de l'Établissement de recherches nucléaires de Whiteshell;

le D^r A. Porter, du Bureau du Commissaire aux questions universitaires, Université Western Ontario;

le D^r W.N. English, division de physique appliquée, Conseil de recherches de la Colombie-Britannique;

M. J. Miedzinski, Conseiller spécial auprès du Conseil de la Radio-télévision canadienne;

le D^r J.C. Beck, président de l'École de Médecine, Université McGill.

Les participants reçurent le compte rendu des travaux des séminaires et d'autre documentation. Après la conférence, les directeurs de groupe remirent le rapport écrit des délibérations de leur équipe. Un mois plus tard, ils rencontraient les membres du Comité du Conseil des sciences s'occupant de cette étude, afin de discuter certaines des recommandations issues des délibérations des groupes de travail.

Le séminaire des étudiants diplômés

Bien qu'on ait tenté, au cours des huit

séminaires, d'accorder une représentation à chaque groupe d'âge, les jeunes scientifiques étaient bien peu nombreux. Pourtant ils sont tout particulièrement concernés par l'orientation future de la recherche et de l'enseignement.

On organisa donc, en mai, un séminaire de deux jours pour 22 étudiants diplômés en science, médecine et génie, invités par l'intermédiaire des associations d'étudiants diplômés des grandes universités. MM. A. Smolensky et A. Burgess, de l'Université de la Colombie-Britannique, présentèrent un mémoire sur «L'enseignement, son rôle dans une politique scientifique canadienne et son importance pour l'avenir du Canada». Quatre autres participants firent connaître leurs vues après avoir reçu le compte rendu des travaux du séminaire.

Autres contributions

On avait mis une documentation considérable à la disposition des participants: quatre membres du personnel du Conseil des sciences avaient préparé des documents de travail; des personnalités des cercles extérieurs au domaine scientifique, le professeur R. Daniells, M. A. Edinborough et le Dr E. Sirluck communiquèrent trois essais, exposant leurs réflexions sur le sujet. Le Dr G. Herzberg fit part de remarques d'ordre général, le Dr C.H. Langford traita des «Études scientifiques du premier cycle à l'Université» et le Dr J.M. Holmes communiqua un rapport sur «L'organisation de la science en Grande-Bretagne». On avait également rassemblé des données statistiques sur les frais de la recherche, la fréquentation des universités, les subventions à la recherche et les publications scientifiques. Jusqu'à présent, l'essai du Dr Sirluck a été le seul publié¹.

De plus, on avait demandé à neuf sociétés savantes de faire connaître leurs vues sur le problème en cause, et leur conception de leur rôle officiel et officieux de communication des résultats des travaux en recherche fondamentale. Les ministères provinciaux de l'Éducation ou des Affaires universitaires furent aussi

priés de commenter les aspects de l'étude qui les intéressait.

II.2 Principaux points d'accord général, et points de conflit.

Définition de la recherche fondamentale

Cette définition a soulevé de vives discussions au cours de trois séminaires. De l'avis de nombreux participants, il valait mieux ne pas dissocier la recherche appliquée de la recherche fondamentale pour en faire une entité séparée. On proposa différentes définitions de la recherche fondamentale suivant sa raison d'être, son degré de spécialisation, l'organisme qui l'entreprend, ses possibilités d'application à plus ou moins brève échéance, etc. Sept des huit groupes de travail acceptèrent la définition de l'OCDE pour la recherche fondamentale, ainsi que la distinction entre recherche fondamentale «libre» et «orientée».

La recherche dans l'enseignement universitaire

Personne ne mit en doute l'importance de la recherche dans la formation universitaire mais certains aspects de la recherche fondamentale à l'université suscitèrent des discussions. Alors que plusieurs croyaient à la nécessité d'accroître la recherche à l'université, d'autres y voyaient une menace pour la qualité de l'enseignement. Si, de l'avis général, il faut fournir à tous les enseignants universitaires l'occasion de faire de la recherche, certains firent remarquer qu'il n'est pas absolument nécessaire de faire de la recherche pour être un bon enseignant et se tenir au courant.

On discuta de l'opportunité d'augmenter la proportion de recherche appliquée réalisée dans les universités: une partie de l'assemblée s'y opposa, comme à une menace pour les idéaux universitaires.

Le doctorat ès sciences

On jugea excessive l'importance accordée à la recherche fondamentale dans les programmes de doctorat, car les diplômés

ainsi formés ne trouvent pas d'emploi hors de l'université. Les industries sont responsables du chômage de ces diplômés, disent les uns, car elles ne savent ni apprécier, ni utiliser les détenteurs de doctorat; au contraire, prétendent les autres, ce sont les universitaires qui ne savent pas s'adapter à l'industrie, ayant hérité, de leurs travaux en recherche fondamentale, une formation trop rigide et des perspectives bien différentes de celles de l'industrie. La plupart des participants, et les étudiants eux-mêmes, estimèrent que la société n'était pas tenue de procurer des emplois aux détenteurs de doctorat, mais que, par contre, il ne fallait pas gaspiller les ressources en utilisant insuffisamment des diplômés dont la formation est tellement coûteuse. On proposa toute une gamme de solutions au problème, de l'introduction de mesures restrictives au plus total libéralisme, tempéré seulement par une meilleure information sur les possibilités d'emploi.

La recherche fondamentale dans l'industrie

Plusieurs participants à l'étude soutinrent que le faible niveau de la recherche fondamentale dans l'industrie canadienne est dû à une gestion à courte vue, ou trop conservatrice. L'industrie canadienne laisse à d'autres pays le soin de mettre au point les produits de nos recherches, si bien qu'aux yeux du public, la recherche fondamentale canadienne est stérile. D'autres croient plutôt que l'industrie canadienne, dans sa structure actuelle, n'éprouve guère le besoin d'entreprendre de la recherche. Pour stimuler l'industrie, on proposa, entre autres, que le gouvernement lui accorde plus souvent des contrats de recherche.

La recherche fondamentale effectuée au sein des organismes

On ne désire guère accroître le nombre des travaux de recherche fondamentale «libre» effectués dans les laboratoires de l'État, cette recherche étant suffisamment poussée dans les universités pour assurer une solide réputation internationale à notre pays. Cependant, on souligne que

l'État doit conserver ses groupes de chercheurs compétents, car de telles équipes sont difficiles à constituer.

De l'avis général, les laboratoires de l'État doivent faire de la recherche fondamentale dirigée (III.3) quand ses programmes utilitaires le demandent. Certains participants soulignèrent que ces groupes œuvreraient plus efficacement au sein des universités.

Communications entre chercheurs

Les chercheurs non seulement ne communiquent pas avec le public, mais ils ne communiquent pas entre eux s'ils travaillent dans des disciplines, des secteurs ou des types de recherche différents. Les chercheurs des sciences physiques et naturelles et ceux des sciences sociales, par exemple, n'ont pratiquement pas de relations, alors qu'on attend beaucoup du rapprochement de ces deux groupes de scientifiques. On proposa de nombreux remèdes: former des scientifiques moins spécialisés, favoriser leur mobilité, accroître le nombre des contrats de recherche accordés par les organismes publics, etc... Plusieurs soulignèrent qu'en patronnant des équipes de recherche fondamentale, l'État et l'industrie acquièrent des conseillers compétents qui permettent à leurs services de communiquer avec d'autres groupes de recherche et d'adapter les connaissances acquises à l'étranger.

Approfondissement de la culture générale

On épiloga longuement sur l'importance de la recherche fondamentale en tant qu'élément culturel. Les uns n'accorderaient des subsides à la recherche fondamentale que dans la mesure où elle sert l'enseignement, alors que pour d'autres, elle constitue un des éléments les plus importants de la culture dans le monde.

Plusieurs participants ont fait remarquer que la recherche fondamentale libre a plus qu'un rôle culturel: grâce à ces travaux désintéressés, le Canada acquiert une compétence dans des domaines qui, pour des raisons imprévisibles, pourraient devenir importants.

Les objectifs et les programmes à vocation utilitaire.

La mise en œuvre de nouveaux programmes majeurs ou de programmes à vocation utilitaire, permettant de stimuler la recherche dirigée, suscita des réactions diverses. D'un côté, certains voulaient une intervention rapide, quel que soit le programme, de l'autre on soutenait que les grands programmes antérieurs avaient souffert de trop de précipitation, et qu'il faudrait absolument élaborer ceux-ci en toute connaissance de cause et très minutieusement. Mais pour quelques membres de l'assemblée, les notions d'«objectifs nationaux» de «projets» ou «programmes» étaient tout à fait inacceptables.

Les participants au séminaire sur les sciences sociales estimèrent que les spécialistes en ce domaine devaient jouer un bien plus grand rôle dans l'élaboration des programmes majeurs, car beaucoup de problèmes sont de nature sociale plutôt que technique.

Direction de la recherche

La recherche libre ne peut et ne doit pas être organisée ou dirigée par un organisme central. L'accord a été complet sur ce point. Il se manifesta quelque divergence à propos de la recherche dirigée.

Certains participants estimaient qu'un travail efficace exige une planification et des directives centralisées, faute de quoi la recherche tend à devenir libre; d'autres croyaient qu'en imposant une orientation aux chercheurs, à ceux des universités tout au moins, ou nuirait à la qualité de leurs travaux. La recherche peut être dirigée par le biais des services d'information ou la pression publique, mais on la canalisera surtout en offrant des fonds de recherche dans les domaines qui intéressent le Canada.

Financement de la recherche

On a longuement discuté du financement de la recherche fondamentale. Plusieurs participants critiquèrent le CNRC pour sa façon, selon eux trop égalitaire, de répartir les subventions; les fonds seraient, à leur avis, employés plus efficacement si

on les répartissait entre un nombre moindre de chercheurs. On proposa aussi de concentrer la recherche dans certains centres de spécialisation; toutefois il est à craindre que la qualité de l'enseignement ne diminue dans les universités qui n'auraient pas été choisies comme «centres de spécialisation».

Les organismes subventionnaires firent également l'objet de discussions; faudrait-il en augmenter le nombre? Mais en distribuant par-ci, par-là les subventions, ne risque-t-on pas de nuire à la qualité des recherches? Les universités ne pourraient-elles se charger d'une plus grande partie du financement de la recherche fondamentale assuré par des comités nationaux? Cela mènerait-il à la constitution de «fiefs» dans les universités?

Soutien global

Selon quels critères faut-il évaluer le soutien global et le répartir entre les secteurs de la recherche fondamentale? Ces questions n'ont guère suscité d'intérêt. On s'est servi en conséquence de la méthode «Delphi» pour connaître les vues des participants.

II.3 La méthode «Delphi»

Il est difficile d'évaluer le montant des fonds publics à consacrer à la recherche fondamentale, qui échappe à l'analyse. La répartition des subventions entre les différents secteurs de la recherche n'est guère plus simple. À l'aide de la méthode «Delphi»², on tenta d'esquisser quelques réponses à ces problèmes. On se sert de la méthode Delphi pour tirer des conclusions d'un ensemble d'évaluations intuitives. La discussion au sein d'une assemblée a toujours été le moyen le plus simple pour arriver à une conclusion; mais on met en doute la valeur du procédé. En effet, une argumentation fallacieuse, mais persuasive, peut aisément en fausser le cours, de même que la mauvaise volonté à abandonner des vues exprimées en public, et l'entraînement collectif. La méthode Delphi essaie d'éviter ces embû-

ches en remplaçant la discussion directe par l'utilisation d'une série de questionnaires individuels assurant l'anonymat; dans chaque nouveau questionnaire de la série, on intercale des informations provenant des réponses au précédent. Habituellement, après quelques répétitions de cette opération, les opinions convergent et l'on obtient un accord général.

Les représentants de la collectivité scientifique n'avaient pas été choisis d'après les mêmes critères, suivant qu'ils assistaient au séminaire ou à la conférence; ces deux groupes différents, mais également informés du problème à l'étude, étaient donc tout désignés pour participer à l'expérience. De plus, le Conseil de SCITEC, les étudiants diplômés qui participaient au séminaire (au deuxième tour seulement), le personnel scientifique du Conseil des sciences et les membres du Conseil des sciences eux-mêmes ont participé à l'expérience, en tant que groupes séparés. Les réponses des deux derniers groupes aux questionnaires n'ont pas été communiquées car on aurait pu voir, dans ces réflexions préliminaires, une prise de position du Conseil.

On divisa l'opération en deux phases. Durant *la première (A)*, on demanda aux participants de répondre aux questions suivantes, en justifiant leurs réponses:

«En 1968-1969, l'État a consacré 50 millions de dollars en subventions à la recherche fondamentale. À combien devrait s'élever ce montant en 1974-1975, en l'évaluant en dollars à leur valeur de 1968-1969?»

Pour *la seconde étape (B)*, on expliqua aux participants la répartition des subventions par secteurs (voir la 2^e colonne du tableau n° 2; les domaines pluridisciplinaires n'y figurent pas). Ils devaient proposer une nouvelle répartition pour l'année 1974-1975, la justifier, indiquer leur domaine de spécialisation, et ajouter à la liste tout autre domaine qui n'y figurerait pas. Le pourcentage de réponses apparaît dans la 3^e colonne du tableau n° 1. Comparé aux résultats d'autres expériences Delphi, ce pourcentage est excellent. On collationna les résultats dans

chaque groupe séparément, pour que chacun d'eux ignore les résultats fournis par les autres.

Au second tour, les participants reçurent les résultats numériques du premier tour, ainsi que les raisons données pour justifier une évaluation plus élevée que le quartile supérieur, ou plus faible que le quartile inférieur. Quelques notes explicatives indiquaient que les chiffres se rapportaient surtout à la recherche fondamentale «libre», en sciences physiques et naturelles (y compris la médecine et le génie), et que les dépenses s'élevaient en fait au double des sommes indiquées, puisque les subventions ne couvrent pas les frais généraux, le salaire des chargés de recherche, etc.

Deux modifications furent apportées au deuxième questionnaire: on y inclut un volet A2 posant la question suivante, que plusieurs participants jugeaient importante:

«En 1968-1969, on a consacré aux sciences sociales et humaines le 1/18^e de la somme destinée aux sciences physiques et naturelles. En 1974-1975, cette proportion devrait atteindre... »

Et l'on avait ajouté un nouveau «domaine» intitulé «Études pluridisciplinaires des systèmes complexes» car, selon les participants, ces études sont appelées à prendre de plus en plus d'importance.

Les résultats numériques de la phase A apparaissent au tableau n° 1. Les résultats convergent pour trois groupes seulement (diminution de l'interquartile). Le tableau n° 2 donne les résultats de la seconde phase. Bien qu'il y ait eu peu de communication entre les groupes, au second tour de la phase B leurs points de vue se sont rapprochés. Les tableaux nos 3, 4 et 5 récapitulent les raisons données par les participants à l'appui de leurs réponses au deuxième tour.

Certaines personnes ont mis en doute la validité de résultats qui n'exprimeraient, selon elles, que les intérêts des participants. Les réponses semblent néanmoins données de bonne foi et ne déno-

Tableau n° 1–Comparaison des résultats de l'expérience Delphi: phase A

Groupes	nombre de personnes dans chaque groupe	Réponses		Phase A1 (moyenne)		Phase A1 (médiane)		Phase A1 (interquartile)		Phase A2	
		1 ^{er} tour	2 ^e tour*	1 ^{er} tour	2 ^e tour	1 ^{er} tour	2 ^e tour	1 ^{er} tour	2 ^e tour	moyenne	médiane
groupe 1 (participants au séminaire)	177	102 58%	68 39%	79.2	67.2	72.5	70	30	20	1/11.8	1/10
groupe 1A (étudiants des 2 ^e et 3 ^e cycles)	22	NA	10 45%	NA	72.9	NA	75	NA	32	1/6	1/5
groupe 2 (participants à la conférence)	51	34 67%	24 47%	86	88.6	75	75	35.5	19	1/14	1/13.5
groupe 3 (Conseil du SCITEC)	31	17 55%	16 52%	82.8	82.6	80	80	29.5	35	1/11.2	1/12
groupe 4 (Conseil des sciences)	28	8 29%	6 21%	84	81.4	81	80	28	30	1/11.4	1/15
groupe 5 (personnel scientifique du Conseil des sciences)	19	16 84%	11 58%	63.2	62.7	65	60	24	13	1/12.3	1/12

*Certains des résultats nous sont parvenus trop tard pour que nous puissions en tenir compte.

Tableau n° 2—Comparaison des résultats de l'expérience Delphi: Phase B

	Répartition en 1968-1969	Répartition en 1974-1975 1 ^{er} tour (moyenne)					Nombre de groupes prévoyant une augmentation réduction		Répartition en 1974-1975 2 ^e tour (moyenne)					Nombre de groupes prévoyant une aug. réd.		
		G1	G 2	G 3	G4	G5	(+)	(-)	G1	G1A	G2	G3	G4	G5	(+)	(-)
médecine	26	24.6	25.5	24.8	24.6	24.1	0	5	23.1	20.2	24.6	21.4	24.1	23.8	0	6
psychologie	3	3.6	3.9	3.8	4.1	4.5	5	0	3.8	6.8	3.4	3.7	3.8	4	6	0
biologie	17	16.3	16.8	15.8	15	17.7	1	4	16	17.9	14.3	18.2	16.5	17.5	3	3
chimie	12	11.3	11.3	11.9	11.2	9.7	0	5	10.5	8.2	10.4	11.6	11	9.6	0	6
physique	16	13.7	13.8	13.6	14.7	12.8	0	5	12.5	9.8	11.6	12.6	13.7	12.2	0	6
sciences de la Terre	6	7.6	7.2	7.3	8.1	8.3	5	0	7.7	9.8	6.7	7.6	7.2	8.1	6	0
sciences de l'ingénieur	16	17.1	16.6	16.4	16.1	15.2	4	1	15.7	10	15.8	12.3	15.7	13.3	0	6
mathématiques	4	5.8	4.9	6.4	6.2	7.7	5	0	5.4	7.2	4.7	6	5.6	6.8	6	0
études pluridisciplinaires	0	0	0	0	0	0	—	—	5.3	10.1	8.5	6.6	2.4	4.7	—	—

Tableau n° 3—Phase A1. Les subventions fédérales à la recherche fondamentale dans les sciences physiques et naturelles

Arguments en faveur d'une réduction des subventions

Les partisans d'une hausse des subventions sont intéressés et partiaux: ils font fi des questions de priorité

Seule la recherche appliquée devrait bénéficier d'une augmentation de crédits

Les sommes octroyées à la recherche fondamentale sont énormes par rapport à celles dont bénéficie la recherche industrielle.

Il serait inutile de hausser les subventions en 1974-1975, car il n'y aura pas encore assez de chercheurs de talent: je maintiens donc ma première proposition.

Il faut consacrer plus d'argent aux vraies priorités (la pauvreté) afin de ne pas commettre la faute des É.-U. qui, malgré leur énorme budget de R & D, ne peuvent garantir la sécurité des passants en plein jour.

Une nouvelle échelle des priorités s'impose: sans cela, la science ne peut guérir les maux de la société.

Il ne suffit pas de repenser et d'améliorer l'enseignement universitaire pour faire progresser la recherche fondamentale.

Les subventions doivent être proportionnelles à la croissance du PNB.

La recherche universitaire ne s'est jamais montrée ni très utile, ni très féconde: elle n'a pas eu de grands résultats pratiques et n'a pas su former les hommes de science dont le pays a besoin.

Il faut empêcher la pléthore des titulaires de doctorat.

Pour faire de la recherche fondamentale, on n'a pas nécessairement besoin de grosses sommes.

Arguments en faveur d'une augmentation des subventions

On cessera bientôt de rogner les crédits pour revenir à l'ancien rythme de croissance.

Il faudrait financer plus largement les tentatives visant à cerner et à résoudre les problèmes canadiens.

La recherche fondamentale constitue la base de tout futur progrès, et pourtant le Canada la néglige. Nous ne maintiendrons une position concurrentielle dans certains domaines qu'en étant à l'avant-garde.

Le Canada, étant l'un des pays les plus développés, doit favoriser la recherche fondamentale.

En faisant de la recherche fondamentale, les scientifiques acquièrent une formation dont bénéficient l'industrie et l'État.

Il faut allouer de plus fortes subventions, car le nombre de chercheurs augmente, et l'équipement est de plus en plus perfectionné.

Il faut donner à la recherche et à l'enseignement une infrastructure correspondant aux standards occidentaux.

Il faut combler des lacunes dans certains domaines.

Un taux d'augmentation de 15% par année permettrait le développement national de la recherche; le budget consacré à celle-ci doit atteindre 3% du PNB au cours de cette décennie, sinon l'économie canadienne se trouvera en mauvaise posture.

Pour affronter un avenir incertain, il nous faut former et entretenir une équipe de scientifiques à l'esprit ouvert.

Il y aura toujours des étudiants pour entreprendre de la recherche, mais la mode de la recherche à objectifs utilitaires diminuera.

tent aucune tendance à favoriser le financement d'un domaine aux dépens d'un autre. On avait calculé un «indice d'erreur systématique», total des variations selon les domaines propres à chacun des participants. Cet indice fut légèrement négatif pour trois des cinq groupes prenant part au premier tour.

II.4 Remarques finales

Les activités que nous venons de décrire ont eu d'heureux résultats. Tout d'abord, elles ont permis de mieux connaître les effets directs ou indirects de la recherche fondamentale au sein des divers groupes d'intéressés.

On a également suggéré quelques réponses aux questions posées au commencement de l'étude. Ces remarques sont, nous l'espérons, assez documentées pour être utiles au Conseil des sciences.

Une bonne partie de notre documentation n'a pas été publiée dans le présent rapport. On peut cependant en obtenir communication en s'adressant au Conseil des sciences.

Ainsi qu'on l'indique au paragraphe II.3, bien des points de vue et recommandations se contredisent. Il n'y a là rien d'étonnant, car la recherche fondamentale échappe par définition à une analyse simpliste de rentabilité. C'est une aventure culturelle qui nous entraîne vers

Tableau n° 4-Phase A2. Subventions aux sciences sociales et aux humanités

Arguments en faveur d'une réduction des subventions	Arguments en faveur d'un accroissement des subventions
Il est difficile de distinguer entre les projets valables et les autres.	Le manque de spécialistes incitait à restreindre les subventions; trop longtemps, nous avons supporté l'intervention des spécialistes entêtés, qui manquaient de preuves à l'appui de leurs théories.
Il faut bien sûr favoriser le développement des sciences sociales, mais on n'y parviendra pas en subventionnant la recherche pure.	Nous sommes désespérés face à la technique, car nous en comprenons mal les répercussions sociales: il faut apprendre à protéger notre société des effets néfastes.
Il y a bien peu de chercheurs qui en valent la peine.	On ne s'est jamais penché sérieusement sur les problèmes sociaux et humains du Canada.
Les étudiants des 2 ^e et 3 ^e cycles sont trop nombreux.	Grâce aux sciences sociales et aux humanités, nous pourrions bâtir une civilisation moins matérialiste.
Le coût de l'enseignement dans ces matières n'augmentera pas aussi vite que celui de l'enseignement des sciences.	Il faut pousser le développement des sciences sociales et humaines, tout en leur assurant une croissance saine.
Les sciences sociales et les humanités ont atteint un niveau de développement correspondant à leur importance.	Il faut pousser le développement des sciences sociales et humaines, tout en leur assurant une croissance saine.
Jusqu'ici la recherche n'a guère aidé à résoudre nos problèmes sociaux; on gaspille plus d'argent dans ce domaine que dans les sciences physiques et naturelles.	On a besoin de connaître aussi bien la collectivité humaine que le milieu matériel.
Les sciences sociales, et les humanités reçoivent plus que les sciences physiques et naturelles; l'État subventionne les bibliothèques, le théâtre, les galeries d'art et accorde des contrats aux spécialistes ou les engage comme consultants, etc.	Il faut étudier notre société et inventer à nos problèmes des solutions bien à nous, sans pour autant négliger les découvertes faites à l'étranger.
On prétend que les sciences sociales reçoivent la part du pauvre: comme les résultats sont bons, on doit en déduire que les subventions qu'on accorde ont un rendement élevé, ce qui ne semble pas être le cas.	Les projets pluridisciplinaires se multiplient; ils requièrent une autre approche que celle des spécialistes des sciences exactes et des techniciens.
On peut se demander s'il faut vraiment plus de recherche pour résoudre les problèmes sociaux fondamentaux.	Le nombre d'étudiants croît sans cesse, de même que l'intérêt qu'ils portent à la recherche; il devient donc possible d'intensifier cette dernière et de former plus de chercheurs.
	Les spécialistes des sciences sociales doivent découvrir les lois régissant l'évolution de notre société.

l'inconnu. Chacun des membres de la collectivité scientifique a pu se faire entendre.

Il faut remarquer à quel point l'étude a éveillé l'intérêt de la collectivité scientifique, bien qu'il s'agisse de recherche fondamentale, activité tout particulièrement centrée sur l'individu. On ne peut opérer de changement sans la participation des intéressés; souvent, il faut qu'ils fassent eux-mêmes le premier geste. Si l'on en juge d'après les discussions des séminaires, la plus grande partie des scientifiques travaillent dans un isolement relatif et ne se préoccupent guère de justifier leur activité: la politique scientifique est leur moindre souci.

Le Conseil des sciences est un organisme relativement récent. Grâce à cette

étude, il s'est fait mieux connaître de la collectivité scientifique, car 250 personnes qui s'intéressent à la science ou qui sont elles-mêmes des scientifiques ont, pendant une journée au moins, discuté des sujets à l'étude. Il y avait là des représentants du Canada entier, de Victoria à Saint-Jean de Terre-Neuve, de Fort Saskatchewan à Windsor, des universitaires de tous les niveaux depuis les étudiants de premier cycle jusqu'aux présidents d'universités, des scientifiques de tous les secteurs, depuis des chercheurs éminents et jusqu'aux directeurs des services d'études. À elle seule, l'expérience Delphi réunit 80 participants. Seuls les huit présidents de la conférence ont été indemnisés; les autres participants ont fait don de leur temps.

Tableau n° 5—Phase B. Répartition des subventions suivant les secteurs

	Arguments des participants rangés dans le quartile de gauche	Arguments des participants rangés dans le quartile de droite
Médecine	Des organismes extérieurs offrent déjà des subventions de recherche. Les subventions de l'État devraient être accordées plutôt aux sciences fondamentales. Il faut consacrer plus d'efforts à la pratique, aux soins sanitaires.	Elle pourrait améliorer énormément la qualité de l'existence. Il faut créer de nouvelles écoles de médecine, mettre en œuvre une médecine sociale. De nouveaux problèmes réclament des connaissances nouvelles. Elles donnent naissance à une petite industrie.
Psychologie	Celle-ci n'a rien donné jusqu'ici. Les vraies réponses à nos problèmes ne s'y trouvent pas. Rien n'indique que la recherche en psychologie ait jamais été fructueuse.	Elle constitue un élément des sciences sociales au sens large. Les problèmes qu'elle cherche à résoudre sont véritables; il faut beaucoup d'argent pour leur découvrir des solutions. Elle permettra de profiter de la technologie, de résoudre les problèmes de comportement.
Biologie	Les autres pays y consacrent bien assez d'efforts. Elle doit d'abord mieux répondre à nos besoins. Les subventions devraient plutôt être accordées aux travaux pluridisciplinaires. La biologie est déjà gavée.	Il faut étudier les écosystèmes. Des percées sont possibles. C'est une spécialisation bien canadienne. Il y a des découvertes fondamentales en perspective.
Chimie	Il y a déjà surproduction. La croissance de cette science est terminée. Ces subventions devraient plutôt être accordées aux travaux pluridisciplinaires. Les chimistes, les physiciens et les biologistes devraient travailler ensemble. C'est à l'industrie de fournir les fonds.	Ce domaine a été très fécond jusqu'ici. Il joue un rôle dans toutes les études centrées sur l'homme ou son environnement (neurochimie, pollution, métallurgie). Nous avons de nombreux chimistes.
Physique	Laissons la «physique de prestige» aux États-Unis. Ayons plus de discernement. Nous ne pouvons nous payer la course à l'espace. Les travaux faits ailleurs suffisent. Il y a surproduction.	Il faut consacrer plus de fonds à l'astronomie. Ce domaine est fondamental. Il faut investir plus dans la régulation climatique et en biophysique. La physique joue un rôle-clé dans plusieurs secteurs.
Sciences de la Terre	Les sociétés minières devraient fournir les capitaux. On dépense trop d'argent en vain. Dans ce secteur, la recherche appliquée est plus intéressante.	Notre pays fait face aux problèmes de l'essor du Nord canadien, du maintien des ressources en eau, de la pollution, et à d'autres, telle la faible densité démographique.
Sciences de l'ingénieur	Le rendement des étudiants des 2 ^e et 3 ^e cycles est peu impressionnant. L'industrie doit contribuer plus largement. La recherche doit être plus orientée. On ne doit pas subventionner directement ce secteur, mais lui accorder des contrats.	Les travaux ont de bons effets sur l'industrie secondaire et la capacité innovatrice. Elles manquent manifestement de fonds. Elles jouent un rôle technique de plus en plus important pour notre avenir économique.
Les mathématiques et l'informatique*	L'industrie doit fournir des fonds. Les travaux faits ailleurs nous suffisent. C'est une mode qui passera.	Leurs progrès ont de vastes répercussions. Les problèmes se font plus complexes. Ce sont deux sciences utiles dans tous les domaines. Il faut se montrer plus généreux envers l'informatique.
Travaux pluridisciplinaires	C'est de la recherche appliquée. Je n'y crois pas. Cette approche ne fera pas progresser les sciences fondamentales. La recherche pluridisciplinaire est toujours orientée. Dans ce secteur, où l'on en est encore aux premiers pas, à quoi pourraient servir de grosses subventions?	Grâce à eux, la recherche scientifique pourra se consacrer à la solution de nos problèmes. L'approche pluridisciplinaire est de plus en plus nécessaire. Il faut effacer les frontières entre les disciplines. Le travail d'équipe est plus fécond.

*Technologie des ordinateurs.

III

Aperçu sur les problèmes de la recherche fondamentale au Canada

III.1 Avant-propos

Ce chapitre expose les résultats de l'étude décrite dans la deuxième partie. Son but principal est de préciser et d'ordonner les problèmes qui entravent l'élaboration d'une politique de la recherche fondamentale au Canada. Quelques propositions sont faites dans ce but au cours de la discussion, et dans le quatrième chapitre du rapport.

Certains paragraphes de ce dernier deviendront sans doute le lecteur, car si l'évaluation précise des problèmes n'est guère faisable dans le cadre d'un paragraphe, l'élaboration des solutions l'est encore moins. On expose, dans le paragraphe III.9, les difficultés de la rédaction d'un rapport impartial et utile sur la «Recherche fondamentale au Canada».

Le praticien des sciences exactes trouvera, tout comme l'auteur, que les faits étaient insuffisamment les arguments du rapport. Quand il s'agit de qualité, de valeurs et d'objectifs, il est difficile de se baser sur des données quantitatives. Elles ne sont souvent disponibles qu'après un délai considérable, et même si elles sont pertinentes, ce délai leur enlève toute validité pour les études de prospective.

C'est pourquoi la troisième partie exprime de nombreux points de vue de l'auteur sans les étayer sur des faits. Il les a acquis au cours de l'étude et de ses entretiens avec de nombreux représentants des milieux scientifiques canadiens. Ces points de vue reflètent donc, jusqu'à un certain point, l'opinion générale des scientifiques de notre pays.

Qu'est-ce que la recherche fondamentale?

III.2 Historique

C'est au début du XX^e siècle que l'expression «recherche fondamentale», effectuée sans application en vue³, a été introduite dans l'usage courant. Avant le XX^e siècle, la technologie avait souvent précédé la science. On réalisait des pro-

grès techniques et on en cherchait ensuite l'explication. La notion de «technologie» en tant que «science appliquée» est relativement récente⁴.

On retrouve des vestiges de cette notion de science «non utilitaire», «culturelle», mêlée à un désir de suivre le progrès technique, dans la répartition des crédits de la R & D au Canada (voir le tableau n^o 6).

Comparaisons entre nations

Le tableau n^o 6 compare les dépenses en R & D et en recherche fondamentale dans différents pays. Ces chiffres ne sont pas très sûrs, car il est difficile de réunir des données dans d'autres pays où certains termes sont définis différemment.

L'effort financier du Canada en R & D, calculé en pourcentage du PNB, ne diffère guère de celui d'autres pays occidentaux de même importance. L'octroi d'un pourcentage élevé du PNB à la R & D, et d'un faible pourcentage à la recherche fondamentale, découle souvent des nombreux développements techniques d'engins militaires accomplis par les grandes puissances. Le plafonnement des crédits accordés à la R & D n'est pas caractéristique du Canada et des États-Unis. Il en est de même en Allemagne et au Japon, selon certains rapports préliminaires.

La croissance des crédits à la recherche fondamentale canadienne

Le tableau n^o 7 fournit les données relatives à la croissance des crédits à la recherche fondamentale canadienne au cours des dernières années.

La croissance a été très rapide au début des années 1969, mais semble maintenant s'être considérablement ralentie. Actuellement, environ 5 000 scientifiques se livrent à la recherche fondamentale et chaque année la plupart des 1 000 nouveaux docteurs ès sciences entrent dans la même carrière. L'augmentation au cours de la première moitié du siècle est vraiment extraordinaire si l'on songe que, jusqu'en 1917, moins d'une douzaine de doctorats ès sciences pures avaient été décernés au Canada.

Tableau n° 6—Dépenses globales de R & D effectuées par différents pays

Pays	Années	Pourcentage du PNB consacré à la R & D	Pourcentage de recherche fondamentale dans la R & D	Pourcentage du PNB consacré à la recherche fondamentale
É.-U.	1953 ⁶	1.4	9.4	0.13
	1965 ⁶	3.0 ^a	13.9	0.42
	1970 ⁶	2.7	14.6	0.39
URSS	1967 ⁶	3.1	—	—
Royaume-Uni	1964-65 ⁵	2.3	12.5	0.29 ^b
	1966-67 ⁷	2.7	—	—
France	1963 ⁵	1.6	17.3	0.28 ^b
	1966 ⁶	2.4	—	—
Allemagne	1964 ⁵	1.4	—	—
	1967 ⁶	2.7	—	—
Italie	1963 ⁵	0.6	18.6	0.11 ^b
	1968 ⁶	0.9	—	—
Japon	1966 ⁶	1.3	—	—
Hollande	1964 ⁵	1.9	27.1	0.52 ^b
Suède	1964 ⁵	1.5	—	—
Norvège	1963 ⁵	0.7	22.2	0.16 ^b
	1967 ⁶	1.2	32.0 ^c	0.38
Canada	1965	1.2 ^d	22.4	0.29 ^b
	1966	1.2 ^d	—	—
	1969	1.3 ^e	28.0	0.36 ^b
	1970	1.3 ^f	28.2	0.36 ^b

Remarque: les chiffres supérieurs renvoient à la bibliographie en fin de volume et les lettres en bas de page. ^a53.6% de ces dépenses ont été occasionnées par des travaux de R & D militaire (32%) et spatiale (21.6%). (référence n° 6)

^bEstimation des dépenses globales de la recherche fondamentale, y compris les immobilisations.

^cScandinavian Research Information Notes, septembre 1968. Ce chiffre concerne l'année 1966.

^dTiré des données fournies dans les Comptes rendus du Comité spécial du Sénat pour la politique scientifique.

^eTiré des estimations des dépenses globales de R & D par le BRS (non publiées).

^fSi l'on calcule que les dépenses globales sont équivalentes à 1.2 fois les dépenses de fonctionnement.

Les citations suivantes expliquent les raisons de cette extraordinaire expansion de la recherche fondamentale. Elles expriment non seulement les vues de la plupart des scientifiques et administrateurs de la science au cours des années 1950 et 1960, mais aussi celles des étudiants, des universitaires et des hommes politiques.

«Le développement de la recherche industrielle nécessite le renforcement de l'enseignement supérieur dans les universités et exige qu'on y retienne ensuite les meilleurs diplômés, afin de former d'autres chercheurs. On peut fort bien accomplir d'excellents travaux de recherche dans les universités, sans que le secteur industriel ne fasse d'effort en ce domaine, et c'est ce qui s'est passé dans notre pays. Par contre, il est impossible d'accomplir de la recherche excellente au sein de l'industrie sans activité correspondante au

sein des universités»¹⁷.

«L'activité scientifique accomplit ainsi un double rôle: elle fait partie d'une éducation humaniste et elle constitue la fondation du développement technologique. À cause de son importance pour la technologie, la science, en tant qu'élément de la connaissance, risque d'être négligé ou minimisée»¹⁷.

«Il n'est pas nécessaire de plaider en faveur de l'acquisition des connaissances. Nous améliorerons certainement la société matériellement et intellectuellement, en cherchant à mieux comprendre l'univers et notre propre milieu terrestre»¹⁸.

Les réalisations de la recherche fondamentale canadienne

Jusqu'à présent, nous avons surtout parlé de dépenses. En fait, quels en ont été les résultats?

Tableau n° 7—Dépenses courantes de R & D, selon les secteurs de réalisation

Année	Industrie			Secteur fédéral			Secteur universitaire			Total			PNB		
	Total pour la R & D.	Recherche fondamentale	% du total	Total pour la R & D.	Recherche fondamentale	% du total	Total pour la R & D.	Recherche fondamentale	% du total	Total pour la R & D.	Recherche fondamentale	% du total	Total pour la R & D.	Recherche fondamentale	% du total
	Millions de \$	Millions de \$	% du total	Millions de \$	Millions de \$	% du total	Millions de \$	Millions de \$	% du total	Millions de \$	Millions de \$	% du total	en % du PNB	en % du PNB	Milliards de \$
1962	124.5	5	4	148.9	25.2	17	60.5 ¹³	42.3	70	313.9	72.5	23.1	0.77	0.18	40.6
1963	160.2	6.4	4	159.8	27.2	17	72.6 ¹³	51	70	392.6	84.6	21.5	0.86	0.16	45.5
1964	188.3	7.6	4	164.9	29	17.7	86.6 ¹³	60.8	70	439.8	97.4	22.3	0.88	0.2	49.8
1965	235	9.1	3.9	181.5	36.4	20.2	100 ⁸	70 ⁸	70	516.5	115.4	22.4	0.94	0.21	54.9
1966	247.9	11.1	4.5	200.5	44	22	115 ¹³	80	70	563	135	24	0.92	0.22	61.4
1967	292.9	13.9	4.6	235	58	23.6	177 ^a	124	70	705	196	27.8	1.07	0.3	65.7
1968	302.5	15.1	5	259.8	49.5	19.1	222 ^a	156	70	784	221	28.1	1.1	0.31	71.4
1969	341	15	4.4	285.5	50.8	17.8	260 ^a	182	70 ^b	886	248	28	1.13	0.32	78.6
1970	338	17	5	300	49.4	16.5	268 ^a	189	70 ^b	906	255	28.2	1.07	0.3	84.5

Remarques: Les chiffres supérieurs renvoient à la bibliographie en fin de volume, les lettres en bas de page. Les chiffres *en italiques* ont été calculés grâce à d'autres données. Tous les autres chiffres du tableau sont tirés des publications de Statistiques Canada.

a En se basant sur les chiffres des années précédentes, on a estimé que ce montant atteindrait 2.2 fois les subventions fédérales à la recherche universitaire. Ces chiffres ne sont pas sûrs, car il est difficile d'estimer le montant des frais indirects, des salaires, etc. Mais si l'on se fie aux renseignements donnés (référence 46), ce multiplicateur ne semble pas trop élevé.

Quoi qu'il en soit, Statistique Canada estime le montant des subventions pour l'année 1967 à 142 millions de \$ (le tableau indique 177 millions), et à 190 millions pour 1969 (notre tableau indique 260 millions). Les données sur les subventions fédérales à la recherche universitaire proviennent de la référence 14 et des prévisions budgétaires.

b Statistique Canada, appelé à se prononcer sur la validité de ce chiffre, soutient que le pourcentage s'élevait à 60% en 1969; par contre, M. O. Levine, du CNRC, le situe entre 70 et 80%. Le chiffre de 70% nous paraît concorder avec les données des années précédentes. Il semble assez juste, si on le compare au chiffre correspondant pour les É.-U. La NSF estime que la recherche fondamentale occasionne 77% des dépenses universitaires de R & D. Mais il est difficile de distinguer entre recherche fondamentale orientée et recherche appliquée.

Les observateurs de l'OCDE, examinant la politique scientifique canadienne, estiment que le Canada occupe un rang honorable parmi les autres nations. Cependant, la publication «Selection of Canadian Achievements in Science and Technology, 1800-1964», ne cite que quelques noms éminents en recherche fondamentale: Rutherford (1902), Saunders (1908), Banting (1921), Penfield (1934), Lemieux (1953), Bartlett (1962).

Bien d'autres réalisations canadiennes en recherche fondamentale ont été reconnues à l'étranger. On semble néanmoins s'y être peu intéressé, et il n'existe aucun ouvrage sur ce sujet qui en fasse mention. Les ouvrages actuels qui traitent de la science canadienne en fait s'occupent surtout de l'aspect administratif ou du développement.

Il faut que nous nous intéressions au passé aussi bien qu'à l'avenir, pour qu'une authentique culture canadienne se forme et prospère. C'est la connaissance des succès et des échecs du passé qui donne un sens de perspective et de continuité, et qui étaye l'élaboration des plans et la mise en œuvre des changements que l'on juge nécessaires.

III.3 Définitions détaillées

Pourquoi définir la «Recherche fondamentale»?

Nous examinerons tout d'abord pourquoi il faut définir la recherche fondamentale; ceci nous permettra de mieux cerner les activités dont nous nous occuperons et de préciser les critères des définitions. La délimitation d'un cadre d'activité permet de mieux répartir les efforts et d'assurer l'utilisation la plus efficace des ressources d'un pays, d'une société industrielle ou d'une institution.

Le résultat espéré, c'est-à-dire l'objectif même de l'entreprise, est le meilleur critère sur lequel baser la définition. Toutefois, le résultat atteint en recherche fondamentale, n'est pas toujours l'objectif visé.

La nature de l'activité, le temps consommé et les efforts fournis avant l'ap-

plication des résultats de la recherche, le milieu dans lequel elle a été entreprise, sont autant de critères utilisables. Une définition basée sur les objectifs de l'entreprise correspondrait de près à celle qu'on élaborerait à l'aide des trois autres critères.

Il n'y a aucune raison pour formuler une définition différente de celle qui est généralement acceptée. On emploiera donc dans ce rapport la dernière définition formulée par l'OCDE²¹:

«La recherche fondamentale est une investigation originale entreprise dans le but d'acquérir une meilleure compréhension des phénomènes et de nouvelles connaissances scientifiques. Elle n'est pas dirigée en principe vers un objectif pratique ou une application.»

Cette définition s'oppose à celle de la «recherche appliquée», laquelle est dirigée primordialement vers un objectif utilitaire. «Le développement technique» est l'emploi des connaissances scientifiques en vue de produire des matériaux, appareils, produits, procédés ou ensembles nouveaux ou perfectionnés.

C'est le désir de distinguer nettement la science de la technologie qui a motivé l'adjonction du qualificatif «fondamentale» (autrefois: pure) au mot recherche, par opposition à la recherche «appliquée». Cette distinction semble de plus en plus artificielle dans une société utilisant une technologie de complexité croissante. Certains termes de la définition risquent d'être interprétés subjectivement; on ne peut donc en espérer une interprétation claire et uniforme.

L'étude synoptique de la seule recherche fondamentale, dans les différentes disciplines, risque de perpétuer et même d'accentuer une distinction qui perd sa validité. Il semble néanmoins qu'il vaille la peine d'étudier la «recherche fondamentale» dans un rapport, ne serait-ce que pour souligner la continuité de «l'éventail de la recherche» et favoriser la suppression des frontières artificielles.

Autres considérations sur la «recherche fondamentale»

La définition de l'OCDE est fondamentalement semblable aux définitions employées par Statistique Canada, la Fondation nationale des sciences des États-Unis et le ministère de la Technologie en Grande-Bretagne⁷. Les États-Unis et le Royaume-Uni emploient l'expression «objectifs commerciaux particuliers» au lieu d'«objectifs pratiques ou applications».

L'OCDE et Statistique Canada subdivisent la recherche fondamentale en recherche «libre» (ou «pure», «désintéressée» «générale», «non dirigée») et recherche «fondamentale dirigée». La recherche fondamentale «libre» est entreprise indépendamment de tout objectif utilitaire. Ce sont les centres d'intérêt du chercheur qui déterminent généralement le sujet de l'étude.

La recherche fondamentale «dirigée» est entreprise pour combler une lacune apparente des connaissances dans certains domaines, laquelle gêne ou empêcherait la réalisation d'un certain projet.

Dans ce cas, l'établissement qui emploie le chercheur donnera une orientation générale au travail. On pourrait qualifier simplement la recherche fondamentale de «recherche dirigée» si elle s'intégrait ultérieurement à un programme visant un objectif pratique ou quelque application.

La définition basée sur des mobiles ou des objectifs doit préciser la personne qui les ressent ou les vise. Personnellement, un chercheur peut bien penser qu'il fait de la recherche fondamentale libre, alors que le directeur des recherches, le commanditaire, etc. . . considèrent que ses travaux sont orientés, puisqu'il a été choisi à cause de sa spécialité. C'est le directeur des recherches qui remplit les formules de Statistique Canada; il effectue une classification des travaux selon ses propres normes et non selon l'opinion du chercheur; ceci permet une meilleure attribution des crédits.

Les «sciences»

Pour parler de la recherche fondamentale dans les «sciences» il faut préciser ce

qu'on entend par «sciences». En français les «sciences» englobent plus que les seules sciences physiques et naturelles; en allemand, «Wissenschaft» embrasse toutes les connaissances; en russe «nauka» comprend les sciences sociales et les humanités.

En anglais, on tend à associer le terme «science» avec les sciences physiques et naturelles; on y rattache souvent la technologie, parfois les sciences sociales, mais jamais les humanités. L'acception courante du mot «science» apparaît dans la composition du Conseil des sciences, lequel répondrait mieux au titre de «Conseil pour les sciences physiques et naturelles et la technologie».

Il y a grand avantage à éliminer la barrière entre les sciences sociales et les sciences physiques et naturelles, et à étudier la recherche fondamentale pour l'ensemble des sciences. Actuellement, beaucoup de problèmes touchent à la fois aux sciences sociales et aux sciences physiques et naturelles. Cependant, le Conseil des sciences, à cause de son mandat actuel, ne peut s'occuper des sciences sociales et doit limiter ses études aux sciences physiques et naturelles, embrasant un aspect de la psychologie et un aspect des mathématiques.

Bien qu'on désigne parfois les sciences de l'ingénieur sous le nom de «sciences appliquées», la recherche fondamentale n'en est pas exclue. La recherche «médicale» comprend également un élément «fondamental» important ainsi que l'indiquent les chiffres communiqués par le Conseil des recherches médicales (CRM) et la présente étude pourrait en traiter certains aspects. Bien des groupes, ou même des scientifiques isolés, accomplissent souvent toute la gamme des recherches. Certains travaux de recherche effectués dans les facultés de médecine pourraient être faits dans des facultés des sciences et vice-versa; il en est de même pour les travaux des ingénieurs. C'est pourquoi nous incluons dans la présente étude les travaux de recherche fondamentale en médecine et en sciences de l'ingénieur.

La «recherche»

Les «travaux bibliographiques» et «collecte des données scientifiques» font presque toujours partie de la recherche, mais il n'en est pas nécessairement ainsi. Les travaux bibliographiques embrassent la recherche et l'harmonisation des connaissances, et ils constituent un aspect important de la recherche. Certains travaux bibliographiques réalisés pour eux-mêmes, et non en vue d'étayer un programme de recherches, ne seront pas englobés dans nos statistiques.

La collecte des données ou «collecte et classification des données sur les phénomènes naturels» constitue aussi un aspect important de la recherche. Les levés géologiques et géophysiques ne sont pas inclus dans les statistiques sur la recherche, sauf si «des progrès scientifiques et technologiques» résultent des travaux; la collecte des données «effectuée au cours des recherches» astronomiques ou entomologiques sera englobée dans les statistiques.

Le terme «recherche» est de plus en plus employé dans l'enseignement et ce concept y devient familier. Nous l'emploierons ici dans un sens restreint pour éviter d'étendre la discussion aux sujets les plus divers, de la prospection pour l'or à un quelconque essai sur les causes de la Guerre de Sécession.

Le lecteur devra donc se rappeler ces définitions en lisant le rapport. La signification des termes découle de l'usage. Malheureusement, l'expression «recherche fondamentale» a acquis de nombreuses significations. En se mettant d'accord sur la signification d'un terme, on évitera bien des malentendus et des discussions stériles; la signification supposée d'un mot crée plus de malentendus que la divergence des points de vue.

III.4 L'activité réelle

Critères de valeur

On se base sur deux sortes de critères pour évaluer les résultats de la recherche: les critères «internes» et «externes». Bien que le travail de base, les «techniques

scientifiques» soient les mêmes pour la recherche fondamentale et la recherche appliquée, l'importance des critères variera suivant qu'il s'agira de juger l'un ou l'autre de ces genres de recherche.

Voici les critères internes que M. Polanyi²³ propose pour déterminer la valeur des travaux scientifiques: 1° plausibilité (pas d'absurdités évidentes ni de conclusions sans fondement), 2° valeur scientifique (exactitude, importance théorique, intérêt propre de la matière) et 3° originalité (le degré de nouveauté).

On a souvent négligé des progrès en recherche fondamentale parce qu'ils étaient trop originaux et que l'on ne les jugeait pas plausibles. D'après Kuhn²⁴, ils s'écartent des chemins battus de la science et risquent de provoquer des révolutions scientifiques. La citation suivante, de Max Planck²⁴, illustre bien ces problèmes:

«La nouvelle vérité scientifique ne triomphe pas en convainquant ses adversaires et en les éclairant, mais plutôt parce que ces derniers disparaissent et qu'une nouvelle génération grandit en l'acceptant».

Il est donc possible de mésuser des critères de plausibilité et de valeur scientifique pour l'appréciation de certains travaux scientifiques, et d'imposer un conformisme stérilisant. Bien des Newtons, Planks, Penfields ou Bantings seraient étouffés par une atmosphère restrictive.

En ce qui concerne la recherche fondamentale libre, seuls les critères internes semblent valides. Elle ne doit pas nécessairement être détachée de tout objectif utilitaire, mais son orientation ne doit pas subir les conditions qu'elle requiert. Pour la recherche fondamentale orientée, les critères externes (degré de pertinence à l'égard d'un objectif utilitaire) auront une importance équivalente. En recherche appliquée, les critères externes seront les plus importants pour la poursuite des travaux.

Quelle que soit la pertinence des travaux de recherche à l'égard d'un objectif

utilitaire, ils doivent répondre aux exigences des critères internes. Ce qui est pertinent aujourd'hui peut ne plus l'être plus tard, mais les travaux de recherche fondamentale qui satisfont aux exigences des critères internes ont une valeur permanente.

Évaluation de la recherche

La valeur de la recherche s'établit au moment où les résultats sont soumis, pour publication, à des revues scientifiques réputées. Un jury examine les articles avant leur publication. Ultérieurement, d'autres chercheurs pourront vérifier les résultats et relever les erreurs.

Il est difficile d'évaluer un article à un moment précis. C'est un processus abstrait, soumis à des facteurs subjectifs. Sa valeur dépend également du moment considéré. On peut se servir d'une «cote de citation» montrant ce que le travail a apporté à d'autres chercheurs, mais cette méthode a aussi ses dangers.

On évalue les programmes de la recherche fondamentale quand il s'agit de leur attribuer des subventions. Le CRM²⁵ se sert d'un jury extérieur pour apprécier la valeur scientifique d'un programme proposé, qui est également étudié par un comité spécial, lequel prend naturellement en considération la compétence du demandeur. Le CNRC base l'allocation de ses subventions tout particulièrement sur le mérite scientifique du candidat plutôt que sur la valeur du programme proposé. Les divers comités de cet organisme utilisent des critères qui ne sont pas nécessairement les mêmes²⁶.

Il importe que tous les organismes subventionnaires informent les demandeurs des différents aspects du mode d'allocation, particulièrement quand on y apporte des modifications. L'absence de publicité des critères et du mécanisme d'allocation des subventions à la recherche peut causer des injustices dans la répartition des subventions, ou tout au moins éveiller la suspicion.

L'évaluation par les pairs du chercheur

Ce sont les confrères du chercheur qui

évaluent les programmes de recherche fondamentale libre. Quand il s'agit de recherche orientée, ces confrères forment leur opinion selon des critères internes et les directeurs de recherche jugent d'après les critères externes. On choisit les jurys de façon à ce que les candidats se sentent jugés par des spécialistes dans leur discipline et non par des mandarins possesseurs d'une tradition scientifique attardée.

L'évaluation des candidatures, basée sur la qualité aussi bien que sur la quantité des travaux antérieurs, acquiert de plus en plus d'importance. Le candidat doit aussi se rendre compte de ce que les jugements ne sont pas basés sur le seul nombre de ses publications. À tort ou à raison, on a l'impression que le nombre de publications est d'importance primordiale, parce qu'on ne permet qu'une brève description du projet proposé; de même s'il semble qu'on n'ait consacré que peu de temps à l'examiner, et qu'on n'ait pas motivé le refus partiel ou total de subvention.

On pourrait raisonnablement baser l'évaluation sur le nombre de publications, si on pouvait déceler dans chacune une parcelle de résultats intéressants. Beaucoup estiment que ce n'est pas souvent le cas. Le préjugé de la quantité est parfois renforcé par l'action plus ou moins apparente des universités, et il peut causer une frénésie d'écriture. Les articles deviennent superficiels, pompeux et sans rigueur intellectuelle. Certains chercheurs sont si peu intéressés, que quand ils sont appelés à évaluer les articles de leurs confrères ils n'y apportent pas toujours l'application nécessaire. La publication d'articles n'apparaît plus comme un indice de la valeur des travaux de recherche. L'effort intellectuel nécessité par l'établissement d'une demande de subvention pour la recherche et par l'évaluation de cette demande va plus loin que celui qui est nécessaire à l'allocation des fonds. Le chercheur devrait recueillir ainsi le fruit de profondes réflexions sur son activité passée, présente et future, au cas où il ne s'en tiendrait pas aux strictes limites du projet proposé. L'évaluation soignée du

projet élargira les vues des membres du jury, lesquels devraient communiquer au demandeur leur opinion sur son œuvre passée, les perspectives de son projet, et même offrir leurs conseils.

Tout cela est possible si les intéressés consacrent plus de temps et d'efforts à la préparation et à l'évaluation d'une demande, et si le jury fait part de ses réactions au demandeur. Cette entreprise nécessitera du temps et de l'argent, mais l'apport d'information qui en résultera en vaut la peine.

Les normes de la science

On a accumulé une bibliographie considérable au sujet de la sociologie de la science^{27,28}. Certains des derniers ouvrages ont cependant été traités de «ramassis de sottises» plutôt que de véritable science sociale^{29,30}. On relève également quelques travaux biographiques³¹.

On discute beaucoup des «normes de la science» c'est-à-dire de la nature et de l'activité normales des scientifiques. On propose les caractéristiques suivantes: universalisme (les scientifiques forment une communauté internationale), scepticisme systématique (le scientifique doit s'assurer de la validité de la recherche antérieure sur laquelle son travail est basé, et il est tenu de faire connaître ses critiques), esprit communautaire (les résultats doivent être largement et équitablement communiqués), désintéressement (le scientifique n'a pas l'objectif explicite de se faire valoir), rationalisme (il a foi dans la raison et l'expérimentation) et neutralité émotive (il doit avoir une parfaite maîtrise de soi afin d'éviter toute déformation involontaire des faits).

Le ramassis de sottises mentionné au début du paragraphe prétend décrire fidèlement la collectivité scientifique des États-Unis. Les lecteurs de ces ouvrages ne manqueront probablement pas d'entendre cette description à la collectivité scientifique canadienne. Les canons sociologiques paraissent si angéliques, par comparaison, que l'on considère comme un être anormal le scientifique qui les suit. Il est bon que les chercheurs cana-

diens se rendent compte comment leurs collègues des É.-U. apparaissent au public étatsunien. Il importe que le public canadien ait des raisons de respecter ses scientifiques et de les considérer comme les artisans d'une société plus civilisée, sinon il ne se souciera guère de donner son appui à la recherche fondamentale.

Évolution de la nature de la recherche fondamentale

Weiss décrit comme suit³² les tendances de la science moderne, en analysant l'évolution des objectifs de la recherche biologique. «Cette masse de chercheurs engagés dans une voie étroite exagère par son seul élan n'importe quelle tendance dès que celle-ci se fait jour. Cette dernière s'incruste de plus en plus, monopolisant l'intérêt, l'attention, les encouragements et le talent, aux dépens des recherches isolées. On abandonne les travaux de synthèse pour des recherches très spécialisées, et les vues générales sont sacrifiées sous prétexte de concentrer les efforts».

Polanyi²³, dans sa «Republic of science», a décrit comment établir des normes similaires dans toutes les disciplines scientifiques, grâce à la régulation des conditions qui y règnent; la largeur de vue et l'adaptabilité du scientifique y contribue largement; sa hâte, et sa spécialisation excessive au cours des années 1970, rendent ce progrès impossible.

Le genre de travaux de recherche qui s'appuie sur les qualités d'ampleur de vues et d'adaptabilité ne semble pas à la mode. Cependant, l'étude des concepts et techniques dans différentes spécialités, aussi bien que leur renouvellement, suscite d'importants progrès. Beaucoup estiment qu'un programme comprenant une certaine somme de travaux érudits, dont les résultats ne seront publiés qu'à de longs intervalles, n'est pas de la recherche; comme nous l'avons déjà fait remarquer, le scientifique a des raisons personnelles de s'intéresser particulièrement à la recherche génératrice rapide d'articles, plutôt qu'à la recherche érudite.

Diffusion des résultats de la recherche fondamentale

L'Étude spéciale n° 833 et le Rapport n° 634 du Conseil des sciences ont analysé en détail la diffusion de l'information scientifique et technique. Le gouvernement en a déjà appliqué certaines recommandations. Price³⁵ a traité des aspects sociologiques de la communication des résultats de la recherche fondamentale.

Ces derniers constituent des matériaux foncièrement internationaux. Aucun droit de propriété n'y est attaché, selon les sous-entendus de la définition. La contribution du Canada ne représente qu'une très petite fraction de la masse des acquisitions que tous sont libres d'utiliser. En effet, le nombre d'articles scientifiques provenant de notre pays ne représente que 3.2 pour cent du total mondial.

Afin de justifier les demandes de crédit pour la recherche fondamentale au Canada, on déclare qu'elle est nécessaire pour donner au pays une économie concurrentielle, indépendante et basée sur l'utilisation des connaissances technologiques. Si l'on veut que la recherche fondamentale soit plus utile au Canada qu'aux autres pays, il faut que nous ne nous contentions pas d'en publier les résultats. Il faut établir des relations plus directes des intéressés avec ceux qui s'occupent de recherche appliquée et de développement technique, avec le grand public, au moyen de visites, de conférences et d'autres formes d'entreprise scientifique. Les résultats de la recherche se répandent ainsi plus aisément dans les sphères de l'industrie et de l'État qui s'occupent d'innovation, ou ils sont mis à la disposition du public, comme élément culturel. Sinon, les résultats de la recherche fondamentale canadienne contribueront probablement (disons plutôt certainement) à l'expansion de l'économie des États-Unis, du Japon, etc. Toutefois, le Canada aurait retiré les avantages intrinsèques de son activité, comme nous l'expliquons dans les paragraphes III.5 à III.8.

Quelle est la contribution de la recherche fondamentale?

III.5 Contributions à l'enseignement en général

Avant l'université

L'enseignement au Canada s'effectue dans des conditions très diverses. Conformément à l'Acte de l'Amérique du Nord Britannique³⁷, les provinces peuvent légiférer dans le domaine de l'enseignement. Le système secondaire est donc différent selon chaque province et les universités sont, dans une large mesure, des organismes autonomes.

Au niveau secondaire, il semble qu'on encourage de plus en plus les élèves à chercher personnellement, à discuter, juger, penser et conclure par eux-mêmes³⁸, plutôt que de les endoctriner. À tous les stades de l'éducation, on insiste sur la recherche de la solution. Les professeurs qui ont l'expérience de la recherche, sont mieux à même d'inculquer ce principe aux étudiants.

Toutefois, cette méthode peut conduire à des exagérations et à la multiplication de soit-disant recherches mal surveillées, aux dépens de l'acquisition des notions fondamentales. Chaque école ou système scolaire, ou même chaque professeur, doit établir un équilibre judicieux, favorable à un enseignement de haute qualité, et répartir les efforts en ce sens.

Dans un monde qui dépend de plus en plus des connaissances technologiques, le public devrait acquérir quelques connaissances scientifiques, tant pour son avantage culturel que pratique. Il importe que tous les étudiants reçoivent une certaine formation scientifique, même s'ils ne se dirigent pas vers une carrière de cette nature.

Dans un régime démocratique d'enseignement, grâce auquel les étudiants choisissent librement leurs cours, il faut s'efforcer de rendre la formation scientifique intéressante et attrayante. Il semble néanmoins que l'intérêt qu'elle suscite n'augmente guère. Les spécialistes de la recherche fondamentale devraient prendre part à l'élaboration des programmes d'éduca-

tion secondaire pour rendre son contenu scientifique plus attrayant. Cette participation serait probablement bien accueillie par les enseignants.

L'enseignement universitaire

Avant d'étudier la place de la recherche fondamentale dans l'enseignement au premier cycle universitaire, nous pourrions établir les objectifs généraux de cet enseignement. Ce sujet a été largement débattu, mais l'unanimité ne s'est guère faite à ce sujet et c'est d'ailleurs préférable.

Selon le système actuel, chaque université canadienne détermine dans une certaine mesure ses propres fonctions, de même elle offre toute une gamme de programmes. Cette diversité des institutions et des programmes est au diapason de la mosaïque canadienne, axée sur l'individu.

On pourrait tenter quelques généralisations au sujet d'une spécialité ou d'une discipline particulière. L'enseignement d'une spécialité consiste, semble-t-il, à inculquer trois habitudes aux étudiants : l'information sur les faits, le mode de pensée ou de synthèse et un mobile. Ce mobile est déjà présent, outre la curiosité, quand le sujet étudié vise à résoudre un problème. L'enseignement qui ne comporterait pas ces trois éléments ensemble n'obtiendrait guère de succès. Suivant le niveau de l'enseignement, le sujet, l'institution, le professeur, le financement, etc. la proportion de chacun de ces éléments variera, de même que le mode de présentation.

L'étudiant du premier cycle et la recherche

La recherche, comme on la définit, paraît une excellente façon de donner l'habitude de la synthèse à l'étudiant. Cette recherche comprendrait des travaux de laboratoires, pour autant que ceux-ci ne se restreignent pas à l'expérience machinale. La recherche orientée pourrait susciter la curiosité de l'étudiant.

Il faudrait associer de plus en plus la recherche au programme du premier cycle. Les matières enseignées acquerraient ainsi plus de relief dans l'esprit de l'étu-

diant. Si l'étudiant diplômé embrasse la carrière pédagogique, il sera mieux à même d'enseigner un programme basé sur la recherche.

Toutes ces considérations valent également pour ceux qui reçoivent une formation générale. À l'avenir, bien des étudiants devront bifurquer au cours de leurs études. Cette latitude est nécessaire dans un monde en constante évolution. Bien que la connaissance d'un grand nombre de faits devienne inutile lors du passage à l'étude d'une autre discipline, les modes de pensée et d'analyse des problèmes restent partout un acquis précieux.

Le professeur d'université et la recherche

L'activité scientifique se déroule sur un mode dynamique; les progrès sont fréquents et les concepts évoluent constamment au sein d'une discipline donnée. Le professeur doit se tenir au courant des progrès de sa spécialité et les analyser, faute de quoi il enseigne sans compétence et pourrait être remplacé par le manuel dont il baragouine le contenu. Il doit posséder une profonde connaissance de la discipline qu'il enseigne, afin de se limiter à l'essentiel, à en suivre les développements sans s'embarrasser de détails négligeables.

Cette remarque est encore plus valable pour l'enseignement supérieur. Dans les premières années, l'étudiant apprend encore les notions fondamentales, et l'aisance de communication affichée par le professeur est plus importante que son autorité de spécialiste.

La qualité pédagogique d'un professeur se fonde à la fois sur ses qualités de communicateur et sur la substance qu'il a à communiquer.

Il ne peut rester une autorité en sa discipline s'il n'accomplit aucune recherche pendant plusieurs années, ou s'il n'étudie de très près les progrès réalisés. C'est l'atmosphère de recherche, plutôt que les travaux personnels de recherche d'un professeur, qui est indispensable à la qualité de son enseignement.

On ne doit pas tracer un portrait-robot du professeur, car l'université accueille

les talents les plus divers, et son organisation devrait offrir assez de latitude pour qu'elle puisse employer efficacement les talents de chaque professeur. Les conflits entre l'enseignement et la recherche. Bien que la recherche et l'enseignement se complètent, leurs intérêts s'opposent parfois. Il n'est pas rare de voir un professeur négliger ses obligations professorales, afin de consacrer le plus clair de son temps à la publication des résultats de ses recherches personnelles.

Le corps professoral s'imagine volontiers que l'avancement dans la hiérarchie universitaire dépend du volume des publications de l'intéressé. Il est certainement difficile d'évaluer la contribution qu'un professeur apporte à l'œuvre d'une université. Cette évaluation qualitative est parfois remplacée par une estimation quantitative d'un matériau tout indiqué, soit le nombre de publications du professeur ou le montant des subventions de recherches qu'il a obtenues.

Cette situation n'existe pas dans toutes les universités. Dans beaucoup de cas, les administrateurs essaient de s'en tenir à une réelle évaluation qualitative, qui comprend une évaluation des qualités pédagogiques du professeur, effectuée avec la participation de ses étudiants. Toutefois, il semble qu'en accordant officiellement la primauté à la qualité de l'enseignement donné aux étudiants, le vrai critère pour l'avancement soit la quantité de publications.

C'est ainsi qu'en donnant trop d'importance à la recherche, on risque d'abaisser la qualité de l'enseignement. On lira ci-dessous les vues de deux Américains au sujet de la situation de ce dernier aux États-Unis. Il est évident que l'accord n'y est pas général quant à l'équilibre désirable entre la recherche et l'enseignement et à leurs rapports réciproques.

«Il faut être aveugle pour ne pas voir le rapport entre la rébellion estudiantine, les pressions pour la publication à tout prix et les difficultés de financement de la recherche scientifique et du développement technique... Faut-il finalement

admettre, tout simplement, que l'extraordinaire importance donnée à la recherche au cours des dernières années a nuï à la qualité de l'enseignement?»³⁹

«... On prétend qu'à cause de la recherche, les professeurs ne s'inquiètent guère des étudiants du premier cycle. En fait, c'est le contraire qui se passe, tout au moins en ce qui concerne les sciences, car l'enseignement est meilleur aujourd'hui qu'il ne l'a jamais été, surtout là où la recherche est très développée. Ce n'est pas vraiment la recherche qui est à l'origine de l'agitation estudiantine, mais plutôt le fait qu'il n'y en a pas assez et que trop peu d'étudiants ont l'occasion de satisfaire leur curiosité intellectuelle»⁴⁰.

On doit admettre que toute modification du niveau d'activité en recherche fondamentale dans les universités influera sur l'enseignement au premier cycle. Si la recherche est insuffisante, la qualité de l'enseignement en souffrira; de même si au contraire on lui attache trop d'importance.

Les responsables universitaires se doivent d'éviter les excès. Ils pourraient, et même devraient veiller à la qualité de la recherche dans leurs institutions. Ils ont également le droit d'accorder ou de refuser tout appui direct ou indirect aux professeurs, si leurs travaux de recherche nuisent à l'activité de l'université.

Recherche libre, orientée ou appliquée

C'est l'activité de recherche qui se révèle un élément plus important pour l'enseignement que ses résultats. L'apport de ces derniers sera analysé plus loin. La recherche appliquée, qui souvent suscite des controverses touchant les droits de propriété, ne semble pas convenir aux étudiants de premier cycle, dont la participation par ailleurs ne serait guère efficace. Si l'objectif visé vaut la peine qu'on entreprenne des recherches appliquées, celles-ci doivent se dérouler dans l'industrie, source de l'innovation. Ceci ne veut pas dire que les universités ne doivent pas s'intéresser à la recherche appliquée, qui

convient fort bien aux études du deuxième cycle, surtout en sciences de l'ingénieur.

La recherche fondamentale semble mieux appropriée pour étayer l'enseignement. L'orientation des travaux permettrait de répondre plus précisément à certaines questions concernant une discipline donnée, car la seule recherche libre séparerait cette discipline de la réalité, aux yeux des étudiants.

La recherche orientée permet d'établir un contact entre les professeurs, les étudiants, et les organismes hors de l'université. Ces relations sont nécessaires, mais semblent actuellement négligées par le système de recherche et d'enseignement universitaire. La résolution de bien des problèmes actuels exige des efforts pluridisciplinaires et groupe bien souvent plusieurs institutions. La recherche fondamentale orientée permettrait ainsi de resserrer les liens entre les membres de différentes disciplines.

Il est néanmoins indispensable d'effectuer de la recherche libre, car ce qui est valable aujourd'hui peut ne plus l'être demain et vice versa. La liberté d'entreprendre toute recherche, dont jouissent les universitaires, et leur privilège de critique de la société, ne pourraient résister à une sujétion envers les dispensateurs de fonds pour la recherche appliquée ou orientée. Selon le système actuel, chaque université peut orienter ses efforts, soit vers la formation d'effectifs spécialisés, ou vers la critique détachée de la société. Toute une gamme d'options serait possible, à cause du nombre important de nos universités.

III.6 Relations entre recherche et enseignement supérieur

Mobiles de l'étudiant des 2^e et 3^e cycles

Le doctorat en philosophie (Ph.D.) évoque deux images différentes. On voit d'un côté le penseur érudit, l'esprit critique et inquisiteur, à la recherche des grandes idées générales, qui peut énoncer et résoudre certains problèmes; de l'autre on aperçoit le spécialiste de formation étroite, «regardant l'Univers en myope»⁴⁴.

Bien qu'il soit difficile d'éclairer les mobiles de l'étudiant préparant son doctorat, il semble qu'ils soient souvent économiques. Bien entendu, certains sont mus par une réelle curiosité et un intérêt humain; d'autres préparent leur doctorat tout simplement parce que le programme d'études existe; et d'autres parce qu'ils jugent peu honorable de se contenter d'un baccalauréat ou d'une maîtrise.

Nombre des meilleurs diplômés de premier cycle continuent leurs études à l'étranger, et la moitié des étudiants préparant leur doctorat ès sciences et en génie dans les universités canadiennes viennent de l'étranger.

La maîtrise est un diplôme très répandu, que certains considèrent comme un doctorat de «recalé» et d'autres comme le premier diplôme de scientifique complet. Selon cette dernière considération, tout étudiant compétent devrait préparer la maîtrise, au lieu de se contenter d'un baccalauréat ès sciences. Jusqu'à présent, les facultés des sciences et du génie n'offrent pas d'alternative.

Le programme de doctorat

Que le «Ph.D.» soit un penseur sondant toutes les profondeurs de l'entendement ou un scientifique spécialisé à l'extrême, c'est la participation de l'étudiant à la recherche qui serait la meilleure méthode de sa formation. Dans ce cas, l'activité de recherche en elle-même est importante, mais son résultat ne peut être négligé. La recherche qu'entreprend un candidat au doctorat doit être d'une haute qualité, lui donnant ainsi des normes qu'il maintiendra pendant toute sa carrière.

Il n'est pas souhaitable d'encourager la publication des résultats de la recherche entreprise pour la préparation d'un doctorat. Les études risqueraient de devenir une course à la publication; l'intérêt de l'étudiant pour les recherches érudites s'affaiblirait, de même que ses efforts pour mieux comprendre les principes fondamentaux des disciplines qu'il étudie.

Il n'est pas indispensable que les travaux entrepris pour la thèse soient de la recherche libre. Il est certainement plus

facile d'élaborer un programme de doctorat si la recherche est libre; d'autre part l'étudiant peut réaliser son projet sans s'inquiéter si celui-ci s'écarte ou non de son objectif. Cette liberté peut cependant favoriser une certaine légèreté d'esprit et susciter ultérieurement des difficultés. Bien que le professeur dispose de fonds destinés à la recherche libre, l'étudiant, lui, doit faire cadrer sa thèse avec le programme complet de son directeur de thèse, en fonction d'une publication éventuelle.

Il y a de bonnes raisons pour que l'étudiant choisisse un projet de recherche orientée ou même de recherche appliquée, surtout en sciences de l'ingénieur. Il est probable que les résultats pourront aider à résoudre les difficultés d'un programme à fins utilitaires, tout au moins à court terme. L'utilité d'une connaissance nouvellement acquise se juge à la demande qu'elle suscite. D'autre part le nouveau titulaire de doctorat aura acquis l'attitude et les perspectives qui conviennent à son passage aisé vers les laboratoires de l'industrie ou de l'État.

Schiff⁴² explique comme suit l'origine d'une inharmonie possible :

«Nous, les professeurs de science, formons une caste de snobs! Nous faisons en sorte que rien de ce que nous enseignons ne soit contaminé par la réalité extérieure. Quelques-uns d'entre nous seulement ont pénétré dans un laboratoire; pour cacher notre ignorance, nous adoptons une attitude orgueilleuse en déclarant que seule la science pure est digne de respect».

Les travaux de thèse pourraient être accomplis dans des laboratoires industriels ou des laboratoires de l'État, munis d'installations adéquates. Il existe différents moyens pour maintenir le contact avec l'atmosphère de l'université, laquelle exercerait d'ailleurs sa surveillance sur les travaux de recherche.

Le diplômé

On a l'impression que l'industriel, employeur éventuel du docteur ès sciences, le considère comme un spécialiste bien formé et travailleur, mais incapable d'œu-

vrer dans une équipe, dépourvu d'adaptabilité et ingénu⁴³. Par conséquent, certains industriels préfèrent engager un bachelier possédant quelques années d'expérience pratique. D'un autre côté, le scientifique, frais émoulu du 3^e cycle, prétend que souvent l'industrie ne recherche que des spécialistes, sans leur donner l'occasion de faire preuve d'adaptabilité, ni apprécier l'importance de leur contribution éventuelle à l'effort industriel.

Les responsables universitaires estiment que le troisième cycle constitue la meilleure formation pour une carrière universitaire, bien qu'ils n'excluent pas d'autres genres d'éducation. Le doctorat n'est plus, dans une certaine mesure, qu'un passeport exigé par l'État et les universités comme preuve d'une formation spécialisée, de persévérance et peut-être même d'intelligence personnelle.

Utilisation des effectifs hautement spécialisés

Pour le moment, il semble y avoir au Canada pléthore de titulaires de doctorat dans certains domaines et pénurie dans d'autres. La surproduction actuelle dépasse même les prévisions les plus pessimistes du CNRC⁴⁴. On pourrait aussi évoquer le sous-emploi des personnes nanties d'une éducation supérieure. Par définition, il ne peut y avoir de pléthore d'effectifs «hautement spécialisés».

La formation des titulaires de doctorat coûte cher aux contribuables. Il serait absurde de gaspiller de tels effectifs, à plus forte raison si l'État n'est pas obligé de garantir un emploi à ceux qui ont reçu une formation très spécialisée.

Les effectifs en surplus ne seront pas entièrement perdus s'ils peuvent contribuer d'autres façons à l'activité économique; toutefois, le sous-emploi est non seulement un gaspillage mais il afflige profondément l'individu qu'il touche, que ce soit un travailleur du bâtiment ou un docteur ès sciences. Un certain déséquilibre entre l'offre et la demande d'emplois favorise néanmoins les échanges interdisciplinaires. Le titulaire d'un doctorat peut difficilement bifurquer: les obstacles sont trop

grands pour qu'il puisse les surmonter sans aide.

Il y a probablement trop d'étudiants qui préparent un doctorat dans certaines disciplines des sciences physiques et naturelles. Comme la publication des résultats de la recherche sert de preuve d'excellence et pour l'avancement, les professeurs accroissent leurs équipes de recherche en acceptant des étudiants médiocres. Ces derniers servent d'assistants de recherche pour leur directeur de thèse et d'assistants enseignants pour l'université. En fait, ils acquièrent une formation de techniciens, sans l'originalité et l'adaptabilité qui devraient caractériser le titulaire d'un doctorat.

Les étudiants canadiens, mieux au courant du marché du travail, réagissent rapidement à son évolution et modifient leurs plans en conséquence. Il n'en est pas de même pour les étudiants qui viennent de l'étranger, et que les départements eux-mêmes ont recrutés. La citation suivante⁴⁵ illustre ce problème :

«... nous avons maintenant de la difficulté à procurer des emplois hors des universités aux diplômés de l'enseignement supérieur. Par exemple, dans le numéro de janvier de *Chemistry in Britain*, pris au hasard, on relève vingt-neuf annonces pour des postes universitaires. Dix de ces annonces émanent de départements de chimie d'universités canadiennes, lesquels invitent les étudiants à demander une bourse de thèse. J'ignore si d'autres revues scientifiques contiennent ces annonces ailleurs dans le monde, mais on se demande pourquoi cette publicité est-elle faite? Si notre but est de former des étudiants venant de pays en voie de développement pour qu'ils puissent, de retour dans leur pays, mettre à profit leurs nouvelles connaissances, c'est parfait. Nous ne faisons pas assez pour permettre à ces nations, moins fortunées que la nôtre, à se tirer d'affaire. Ce n'est certes pas le cas de la Grande-Bretagne. La raison véritable est peut-être que nos écoles supérieures ont atteint une envergure qui dépasse nos besoins et que, tel un monstre

insatiable, il faut les alimenter».

À l'avenir, on pourrait réduire le déséquilibre entre l'offre et la demande d'emplois, si on pouvait estimer, même grosso modo, les besoins futurs. On pourrait mettre ces données à la disposition des étudiants et des universités, qui pourraient alors tracer leurs plans en connaissance de cause. Il faudra trois ou quatre ans pour connaître les résultats. Les données pourraient être recueillies par un bureau central qui tiendrait un répertoire des effectifs disponibles; le système de recrutement auprès des anciens camarades de classe n'est plus de mise à notre époque.

Le rapport Macdonald⁴⁶ suggère qu'on supprime l'aide accordée aux étudiants préparant leur doctorat, par le canal des subventions à la recherche, quand les services de ces étudiants ne seraient pas indispensables pour l'accomplissement de cette dernière. On pourrait réduire le nombre des étudiants en limitant celui des bourses de thèse. Ce mécanisme serait cependant difficile à mettre en œuvre.

III.7 La recherche fondamentale dans le cadre de l'industrie et de l'État

Pourquoi faire de la recherche fondamentale dans les laboratoires industriels et ceux de l'État?

Comme nous l'avons déjà expliqué, les laboratoires industriels et ceux de l'État accomplissent de la recherche fondamentale pour son intérêt propre et les résultats qu'elle procure. Ces derniers ne représentent qu'une faible part de la masse mondiale de connaissances à la disposition de tous; l'activité elle-même procure des avantages à l'économie du pays.

La recherche fondamentale attire de bons diplômés, seulement dépourvus d'expérience industrielle, facilitant ainsi leur passage du milieu universitaire au milieu industriel.

Nos groupes de scientifiques travaillant en recherche fondamentale sont en prise directe⁴⁷ avec l'activité étrangère. Il nous faut ces spécialistes pour analyser la do-

cumentation venant d'outre-frontières. Les travaux de recherche fondamentale constituent ainsi un lien avec l'extérieur; la recherche appliquée n'exerce pas cette même fonction, à cause du secret technique. Rappelons que 97 pour cent des connaissances nouvelles sont acquises à l'étranger, et que l'industrie canadienne et les organismes de l'État s'y intéressent vivement.

Dans certains laboratoires de l'État et de l'industrie, la recherche fondamentale donne le ton et incite à entreprendre d'autres travaux de recherche⁴⁸. Aucune supériorité n'en découle pour la recherche fondamentale et les chercheurs qui en font. Ceux-ci doivent néanmoins travailler selon des principes rigoureux, car les résultats de leurs travaux sont publiés et livrés à la critique. Les spécialistes de la recherche appliquée peuvent parfois se tirer d'affaire en utilisant quelque technique empirique; ils ne sont pas toujours soumis à la salutaire obligation de publier les résultats de leurs travaux.

Les résultats eux-mêmes peuvent naturellement constituer une percée technologique, mais cet aspect aléatoire est souvent peu important⁴⁸. Beaucoup d'industries financent néanmoins la recherche fondamentale dans l'espoir de recueillir les avantages d'une découverte importante. Ils recueillent généralement des indications sur ce qui est faisable ou ce qui l'est pas, et peuvent ainsi mieux élaborer leurs projets.

Dans le cadre de la firme qui les emploie, les spécialistes de la recherche fondamentale sont en même temps des conseillers pour l'application des résultats, des experts pour l'analyse des contrats et des demandes de subvention, et ils constituent une réserve de talents à laquelle on peut faire appel en cas de crise. Il est rare que ces scientifiques ne fassent que de la recherche fondamentale.

La plupart, sinon la totalité de ces travaux de recherche fondamentale sont de la recherche orientée. Beuche⁴⁹ fait remarquer que la plupart des scientifiques œuvrant dans des laboratoires industriels désirent vivement que leur travail donne

des résultats pratiques. C'est pourquoi on peut leur demander d'orienter eux-mêmes leurs opérations. Dans un laboratoire industriel bien géré, la somme de recherche fondamentale paraît varier, suivant que l'on interroge les scientifiques ou le directeur de la recherche.

La recherche fondamentale au sein de l'industrie canadienne

Au cours de la dernière décennie, les crédits affectés à la recherche fondamentale représentaient à peu près 5 pour cent du financement de la R & D. La recherche fondamentale est concentrée dans l'industrie secondaire: les firmes de produits pharmaceutiques et de fabrication du papier accomplissent la moitié de ces travaux.

En Grande-Bretagne⁵⁰, on a procédé à une analyse quantitative qui a révélé que la proportion optimale de recherche fondamentale serait de 10 à 15 pour cent du total pour la R & D. Aux États-Unis, certains spécialistes sont du même avis. Ce chiffre varie naturellement suivant le type, l'envergure et les principes de la firme, ainsi qu'avec la définition de la recherche.

Diverses raisons font que le niveau de recherche fondamentale effectuée par l'industrie canadienne est inférieur aux chiffres optimaux indiqués plus haut. L'industrie doit, en effet, employer un nombre de scientifiques supérieur à la limite minimale pour bénéficier des avantages de la recherche fondamentale. Au Canada, il y a peu de très grandes firmes, à fabrication de haute technicité, qui dépassent ce seuil. À plus forte raison s'il s'agit de filiales, car souvent la société-mère est seule capable d'employer un nombre suffisant de scientifiques dans ses laboratoires de recherche fondamentale.

Il faut cependant remarquer que ces 10 ou 15 pour cent consacrés à la recherche fondamentale ne représentent une proportion optimale que dans quelques industries spéciales. Au Canada, les frais de la recherche fondamentale des firmes fabriquant du papier et des produits pharmaceutiques ont largement dépassé

les 10 pour cent du total de la R & D en 1967. Cette proportion a atteint environ 10 pour cent pour les produits alimentaires, le caoutchouc, les métaux ferreux de 1^{re} fusion, les minéraux industriels et les instruments scientifiques. Cependant les avionneries et les fabriques de matériel électrique, qui accomplissaient 42.4 pour cent de toute la R & D de l'industrie, ne consacraient que 0.8 pour cent des fonds à la recherche fondamentale.

Aux États-Unis, il semble que les contrats de recherche fondamentale orientée que l'État accorde à l'industrie augmentent le pourcentage des fonds que cette dernière y consacre. Cependant, on estimait que les fonds consacrés par l'industrie étatsunienne à la recherche fondamentale ne dépasseraient pas 3.9 pour cent des crédits de la R & D en 1970⁶. En Grande-Bretagne, la proposition correspondante était de 4.2 pour cent en 1968⁷, et en Suède de moins d'un pour cent en 1964⁵¹. En comparaison, la recherche fondamentale fait l'objet d'un effort assez important de la part de l'industrie canadienne.

Où en est la recherche, en général, dans l'industrie canadienne? Au cours des dernières années, cette dernière n'a pas accru ses efforts de R & D (voir le tableau n° 7), malgré les programmes fédéraux d'encouragement à la recherche. On croyait que le développement de la recherche provoquerait automatiquement une expansion économique. Il n'en est pas toujours ainsi. En Grande-Bretagne, les dépenses affectées à la R & D ont dépassé celles de tous les pays, sauf celles des États-Unis et de l'URSS (voir le tableau n° 6), mais la croissance économique a été très faible. Langrish⁵² en donne deux explications possibles :

«On a donc conclu que les décisionnaires britanniques ne savaient pas très bien se servir des connaissances scientifiques et que la Grande-Bretagne avait ainsi permis à d'autres pays de s'emparer de ses découvertes scientifiques et de les exploiter eux-mêmes. On n'a guère pris

en considération l'autre possibilité, soit que les découvertes scientifiques ne contribuent à la croissance économique que dans des circonstances exceptionnelles.»

Il n'y a pour le moment aucune raison valable pour que la recherche fondamentale (ni d'ailleurs la R & D) dépasse le niveau que les chefs d'entreprise jugent optimal. Toute firme progressiste, bien gérée et dont la fabrication est de haute technicité accomplira au mieux la R & D et la recherche fondamentale.

On ne peut établir des principes valables pour tous les cas. Chaque firme, ou organisme de l'État, ou université doit connaître sa raison d'être et ses objectifs et considérer les meilleurs moyens pour les atteindre. Ni les chefs d'entreprise, ni les administrateurs universitaires ne doivent être gênés par des directives conçues par les bureaucrates. Les firmes industrielles ne bénéficient pas toutes d'une bonne gestion. Il serait alors plus logique de mieux former les gestionnaires et d'étudier les modes de gestion plutôt que d'essayer d'orienter la R & D industrielle au moyen de programmes d'encouragement.

La recherche fondamentale dans le secteur fédéral

Certains doutent que les organismes de l'État devraient accomplir de la R & D. Ce n'en est pas moins un élément important de notre effort national (voir le tableau n° 7). Les projets scientifiques que l'État décide de réaliser dans l'intérêt national dépassent peut-être les possibilités des universités ou de l'industrie, ou bien celles-ci ne s'y intéressent pas, ou les premières n'accordent leur attention qu'à la recherche fondamentale libre. L'État a donc décidé de réaliser ces projets dans ses propres laboratoires. Pour des raisons que nous avons déjà exposées, la recherche fondamentale constitue une partie de ces travaux de recherche.

En 1968, l'État consacrait 19 pour cent de ses crédits pour la R & D à la recherche fondamentale (voir le tableau n° 7). D'aucuns prétendent que cette proportion

est excessive, en s'appuyant sur les chiffres optimaux mentionnés précédemment. Il est périlleux de mentionner une proportion empirique quand il s'agit d'activités aussi mal définies que la recherche fondamentale, car cette estimation pourrait être considérée comme bien établie. La proportion optimale varie selon la nature du projet réalisé et son stade de réalisation.

La citation suivante de Weinberg⁵³ peut néanmoins se rapporter au Canada aussi bien qu'aux États-Unis :

«Bien des laboratoires fédéraux ont tendance à se tourner vers la recherche fondamentale dès que les objectifs utilitaires de leurs travaux deviennent moins précis; cependant, je ne crois pas que l'intérêt du pays y gagnerait si on laissait ces laboratoires abandonner la recherche orientée».

Le Conseil du Trésor du Canada⁵⁴ estime que les laboratoires de l'État ne doivent entreprendre de la recherche fondamentale que si elle contribue à l'exécution d'un projet utilitaire. On a souvent proposé que la recherche fondamentale nécessaire à la réalisation des projets thématiques de l'État se fasse dans les universités ou dans l'industrie: elle étayerait l'enseignement universitaire et renforcerait les capacités techniques de l'industrie et partant sa productivité et les possibilités de vente de licences à l'étranger. La recherche fondamentale accomplie dans les laboratoires de l'État demeure isolée et ses avantages indirects sont insignifiants. Il est plus facile de mettre en œuvre les programmes accomplis dans le cadre de contrats et le cas échéant, de leur mettre fin. On prétend qu'en général les laboratoires industriels accomplissent la recherche de façon plus efficace, car les méthodes comptables décélèraient rapidement l'apparition de structures servant à perpétuer la recherche. Dans les universités, celle-ci est aiguillonnée par les étudiants et les chercheurs sont soumis à la critique de leurs confrères lors du renouvellement des

subventions et des contrats. Le meilleur moyen d'assurer la qualité des programmes internes de recherche fondamentale des organismes de l'État serait de les soumettre à l'évaluation d'experts de l'extérieur. Ces arguments semblent convaincants, mais il faut limiter la proportion des travaux effectués à l'extérieur. L'État doit en effet disposer d'experts pouvant conseiller l'attribution des contrats et des subventions, tout en poursuivant les travaux de recherche fondamentale des organismes fédéraux, qui ont d'autres charges que la seule réalisation de projets utilitaires: ils doivent conseiller les hommes politiques en matière scientifique, exercer des fonctions réglementaires et normatives, donner leur avis sur les programmes internationaux de recherche fondamentale, et disposer d'un corps d'experts disponibles en cas de nécessité. L'utilité de la recherche universitaire pour l'État et l'industrie. La recherche libre menée dans une université canadienne, et dont les résultats sont publiés partout, n'a pas plus de valeur pour l'industrie de notre pays ou l'État canadien qu'elle n'en a pour d'autres pays. C'est probablement l'industrie américaine, japonaise, allemande, etc. qui en profitera le plus, car le Canada n'est guère capable d'utiliser de nouvelles connaissances pour aboutir à l'innovation. On peut en dire autant des travaux de recherche fondamentale exécutés dans les laboratoires de l'État. Cette recherche fondamentale pourrait même aller à l'encontre des progrès techniques, à cause de l'attrait qu'elle exercerait sur les scientifiques de talent⁵⁵, en privant ainsi les sciences appliquées.

Les connaissances acquises par la recherche fondamentale ont une valeur considérable, pour autant que les chercheurs et les utilisateurs des résultats de la recherche établissent des rapports personnels. Il semble qu'un manque de compréhension et de respect entre les trois secteurs de la collectivité scientifique canadienne mette obstacle à cette harmonie. Voici comment l'OCDE décrit la situation :

«Au Canada, partout où nous sommes allés, nous avons entendu les universitaires se plaindre du point de vue simpliste des industriels et de leur peu d'appréciation de la recherche, et les industriels se plaindre de l'excès de théorie des universitaires».

On peut faire beaucoup pour stimuler l'échange des idées et des personnes entre les secteurs de la collectivité scientifique: il faut organiser des échanges de personnel, créer des instituts de recherche travaillant de concert, inviter des scientifiques de l'État et de l'industrie à donner des conférences, permettre aux étudiants de préparer leur thèse hors des universités, passer des contrats de recherches à l'extérieur, établir de meilleurs contacts avec des sociétés savantes, publier de brèves descriptions des problèmes et des progrès en cours, etc. Certains groupes ont fait de sérieux efforts pour favoriser ces échanges, mais il y a encore beaucoup à faire.

Les sociétés savantes peuvent jouer un rôle décisif dans l'établissement des communications. Bien qu'au Canada elles n'aient pas réussi ce rôle de liaison comme l'*American Chemical Society* l'a fait aux É.-U., la formation de la SCITEC prouve qu'elles deviennent de plus en plus actives. Il est certes difficile de former des associations nombreuses au Canada, car les scientifiques canadiens retirent de grands avantages de leur adhésion à des associations américaines.

Les universités ne doivent pas établir leurs programmes de recherche en visant exclusivement à satisfaire les besoins de l'État ou de l'industrie. Elles doivent mener de la recherche libre pour garder leur indépendance d'esprit et former leurs experts disponibles le cas échéant. Il est impossible de prévoir actuellement les matières qui seront importantes dans quelques décennies. On doit accomplir de la recherche libre pour mettre à jour les connaissances dans toute la gamme des sciences. Il va de soi que les universités n'ont pas à accorder la même importance à toutes les disciplines. Cependant, si l'on

accorde trop de subventions à la recherche libre, la satiété saisira les universités, qui ne voudront ou ne pourront plus faire de la recherche. La recherche orientée, la recherche appliquée et l'enseignement seraient alors négligés; on pousserait à la multiplication des universités aux frais des gouvernements provinciaux.

III.8 Aspects culturels de la recherche fondamentale

Le financement de la recherche libre par l'État peut apparaître comme une reconnaissance de sa valeur culturelle. Cependant, ce soutien a été donné surtout pour les avantages qu'elle a procurés, en même temps que certains périls pour l'humanité. Cette action continuera à l'avenir, mais néanmoins beaucoup estiment que les progrès de la science pure, c'est-à-dire l'acquisition d'une meilleure connaissance de nous-mêmes et de l'univers, représentent «une des plus belles réalisations culturelles»³.

Certains scientifiques ont pu poursuivre la recherche de la connaissance pure parce qu'ils n'avaient pas besoin de l'appui de l'État ou qu'ils avaient suggéré que leurs travaux pouvaient avoir un intérêt matérialiste ou militaire⁵⁶. On néglige parfois les avantages imprécis que l'humanité pourrait retirer des progrès d'une science poursuivie librement. Certains craignent les découvertes scientifiques en quelques domaines, redoutant que certains groupes n'en acquièrent un pouvoir sans contrôle. Dans le passé, ces découvertes ont été souvent employées mal à propos; est-on certain qu'on en fera meilleur usage à l'avenir? Bien des étudiants ressentent de l'apathie, et souvent même de l'aversion à l'égard des sciences physiques et naturelles, alors qu'une partie du public s'intéresse de plus en plus à la connaissance, ainsi que le prouve le nombre de visiteurs aux musées, planétariums, etc. Cet intérêt serait plus grand encore si les scientifiques étaient plus proches du public, lui expliquaient la joie que procure la découverte d'une connaissance nouvelle, et lui

faisaient partager l'émoi de leurs travaux.

D'après Weisskopf⁵⁷, «si vous ne pouvez expliquer la science en termes simples au profane, c'est que vous ne l'avez pas comprise vous-même».

Dans une démocratie, il importe de tenir compte de l'attitude du public et des hommes politiques pour que l'argument culturel en faveur du soutien de la recherche fondamentale soit valable. Les travaux des scientifiques de l'État, et, dans une large mesure ceux des universitaires, dépendent de crédits budgétaires. Bien que dans le passé le public et les hommes politiques n'aient pas vraiment mis en doute l'importance du développement de la science, la politique d'austérité suivie par le gouvernement au cours des dernières années a changé bien des choses.

La recherche de nouvelles connaissances théoriques est la fonction principale des universités. Si le public se désintéressait de la recherche fondamentale, au lieu de la considérer comme un moyen d'améliorer les conditions de vie, elle deviendrait une fonction mineure des universités; l'acquisition de nouvelles connaissances ne serait financée que si elle constituait un sous-produit des fonctions d'enseignement de l'université. Il faut que la recherche fondamentale procure immédiatement des avantages culturels pour le public, en même temps qu'elle accroît la masse de données scientifiques internationales, si l'on ne veut pas que les fonds destinés à la culture soient entièrement affectés à la création de parcs, de centres artistiques, ou à la retransmission des matches de hockey à Radio-Canada. La recherche libre entreprise pour l'avantage culturel d'un petit groupe d'intéressés serait avantageusement financée par des capitaux privés, que ce soient ceux du chercheur lui-même ou de quelque mécène. Nombre de grandes découvertes ont couronné des travaux exécutés sans l'aide d'aucun organisme public.

Obligations internationales et prestige national

Le Canada est une des nations les plus opulentes du monde. Nous devrions donc,

semble-t-il, contribuer très largement à l'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques en finançant la recherche fondamentale, orientée ou libre, ou en effectuant des travaux en collaboration avec d'autres pays.

L'étude des écosystèmes naturels et des groupes humains devient de plus en plus importante. En tant que nation riche, le Canada devrait lancer des programmes internationaux de travaux concernant ces problèmes.

Jusqu'à un certain point, ce sont ses contributions à la connaissance fondamentale qui établissent le prestige d'une nation, surtout parmi les cercles scientifiques. La qualité des produits exportés, un pavillon à Osaka ou une équipe championne de hockey contribuent peut-être plus efficacement au prestige national parmi le gros public.

Les relations avec l'étranger sont facilitées par l'existence au Canada de groupes éminents en recherche fondamentale, lesquels témoignent d'une haute capacité technologique. Il faut protéger leur existence, qu'ils s'occupent de recherche libre ou orientée. Leur formation nécessite des efforts prolongés et difficiles, mais leur dispersion n'est que trop aisée, et c'est ce que beaucoup craignent actuellement.

La recherche fondamentale sert parfois de lien entre les nations, parce qu'elle n'est en somme la propriété de personne et que ses résultats sont à la disposition de tous; les chercheurs communiquent plus facilement par-dessus les frontières que les hommes politiques ou les hommes d'affaire. Cette communication peut amener une meilleure compréhension et plus de tolérance entre les nations.

La mégascience

La recherche fondamentale accomplie à l'aide de grandes installations scientifiques offre bien des avantages, qui parfois compensent les dépenses. Elle nécessite la collaboration de tous les secteurs de la collectivité scientifique et technique, met à profit les dernières acquisitions de la technologie, suscite la participation du public et engendre la fierté nationale.

Tout en rehaussant le prestige du pays, cette forme de recherche montre le niveau élevé de compétence de ses ingénieurs et de ses scientifiques, et elle met à l'épreuve les gestionnaires des projets techniques.

Les avant-projets constituent une phase importante des programmes mégascientifiques; ils exigent une organisation parfaite, de vastes mises de fonds, et l'action coordonnée de tout un éventail de spécialistes. Peu d'organismes canadiens sont capables de franchir cette étape. Les universités n'ont ni la structure, ni bien souvent l'envergure nécessaires à l'élaboration de tels avant-projets. De plus, il est difficile d'obtenir des fonds pour financer les avant-projets des programmes de grande envergure.

Il faut aussi qu'un organisme s'engage à les mener à bonne fin. C'est une décision d'ordre politique. L'État canadien est seul capable de financer la réalisation d'un projet mégascientifique: l'unanimité de la collectivité scientifique est un important atout qui décide de cet engagement, car elle montre ainsi que les critères internes pour l'évaluation du bien-fondé du projet sont positifs.

Au cours de ces dernières années, on a fait l'évaluation des critères extérieurs pour certains projets mégascientifiques nécessitant de vastes recherches fondamentales: l'ING⁵⁸, le télescope CARSO⁵⁹ et la participation à la construction de l'accélérateur de Batavia⁵⁹. Bien qu'ils n'aient pas été clairement énoncés, des critères existent. Weinberg⁵³ en a proposé une série pour de telles évaluations, et on les a appliqués à l'accélérateur de 300 Gev du GERN. En prévision du nombre croissant de projets mégascientifiques à évaluer judicieusement, il serait avantageux d'adapter ces critères au contexte canadien.

Quel est l'avenir de la recherche fondamentale?

III.9 L'évolution dirigée

Cernons les difficultés

Le présent rapport fait allusion aux pro-

blèmes de la recherche fondamentale au Canada. Ils n'apparaissent clairement que quand on les cerne et ce qui est une difficulté pour certains ne l'est pas nécessairement pour d'autres; par exemple, certaines conditions néfastes ou pratiques inefficaces de la recherche fondamentale peuvent acquérir d'autres aspects selon la définition de ces adjectifs. De quel droit peut-on dire qu'un problème existe dans tel domaine et qu'un changement est nécessaire? Dans le cas qui nous occupe, c'est le mandat pour une étude qui a duré huit mois et qui fait l'objet du 2^e chapitre de ce rapport. Il est souvent dangereux de se fier à l'expérience d'une seule personne au sujet de quelques faits isolés pour en tirer des généralisations. Ce serait risquer de baser un jugement sur des exceptions.

Il est bon néanmoins de vérifier les opinions recueillies au cours des séminaires et des conférences, afin de préciser les problèmes. Si les jugements concordent dans tous les cas, il n'est pas tellement nécessaire de baser la définition du problème sur son évaluation. Mais, au cours de la présente étude, l'unanimité a souvent fait défaut, surtout sur des questions qu'on ne pouvait résoudre en recourant à des données statistiques ou à l'expérimentation.

Par conséquent, on peut mettre en doute l'existence même d'un problème dans presque tous les cas. Parfois, ce sont seulement le chercheur ou l'établissement de recherche qui peuvent cerner leur problème, et on ne peut qu'admettre l'éventualité de son existence. Il n'appartient qu'à eux de déterminer l'action à entreprendre.

La résolution des problèmes

«Les Américains et les Canadiens ont tendance à croire que tout problème peut être résolu»⁶¹.

Quand on a précisé les problèmes, il faut chercher les solutions, ou tout au moins les moyens d'améliorer la situation. Ces solutions nécessitent des changements. On peut alors se demander qui en tirera

l'avantage? Chaque changement bénéfique plus ou moins aux uns et aux autres, et certains peuvent être perdants. Les considérations chronologiques compliquent encore cette question.

Comme le Conseil des sciences du Canada a commandité ce rapport, nous dirons que c'est le Canada qui doit recueillir les avantages du changement, afin qu'il atteigne ses objectifs (III.10). Ces derniers serviront donc à la définition des avantages. Voici les objectifs désignés par le Conseil des sciences³: La santé, l'éducation, la liberté, la sécurité et l'unité, les loisirs et le développement personnel, la paix mondiale et l'amélioration du milieu ambiant.⁶ Ces objectifs semblent au-dessus de tout reproche et acceptables par tous. Il est cependant impossible d'évaluer l'importance relative de ces objectifs. Ils ne sont certes pas équivalents à l'égard de la répartition des ressources, et bien souvent un objectif est favorisé aux dépens d'un autre. Le manque de priorités claires, dans une telle série de buts généraux, gêne le choix des problèmes à résoudre.

Dans beaucoup de cas ce choix est, de toute évidence, de caractère politique, car il est basé sur des jugements de valeur. Il faudrait alors soumettre aux hommes politiques différentes recommandations en soulignant leurs conséquences, et ils pourraient à leur tour proposer des objectifs pouvant servir de base à des recommandations. On peut faire des recommandations concrètes pour les problèmes de gestion sans incidences politiques.

Les limites aux changements

Certains pensent que «tout changement, comme tel, est souhaitable», car il favorise l'adaptabilité des organismes et leur permet de suivre la transformation de la société. Cette observation est valable pour les scientifiques, la science étant en perpétuelle évolution. Mais la citation suivante, attribuée à Pétrone, arbitre des élégances et auteur du *Satiricon*, décrit les résultats d'un excès de changement :

«Nous fûmes instruits rigoureusement; mais il semblait que chaque fois que nous formions une équipe, un changement intervenait. Plus tard, la vie devait m'apprendre que nous abordons toujours ainsi une nouvelle situation, et que c'est le meilleur moyen de créer l'illusion du progrès en engendrant la confusion, l'inefficacité et la démoralisation».

Les changements radicaux engendrent souvent l'inefficacité. De plus, il n'est pas certain qu'ils apportent des solutions. C'est pourquoi il est souvent profitable d'en faire l'essai préliminaire. On peut ainsi se rendre compte de leur valeur.

Il faut que les propositions de changements tiennent compte de la structure actuelle des organismes de gestion de la recherche fondamentale, même si cette structure n'est guère satisfaisante. On pourrait modifier celle de bien des mécanismes existants, sans qu'il soit nécessaire d'en créer de nouveaux.

Nous croyons qu'il faut proposer des changements dans la structure des organismes, mais nous tiendrons pour acquis que ces changements doivent respecter la démocratie, l'entreprise privée et l'autonomie des universités.

Il est actuellement difficile de définir le cadre complexe de la recherche fondamentale au Canada. Notre société est hétérogène et individualiste, et sa structure est plus traditionnelle que rationnelle. Ce fait peut changer rapidement. L'État subventionne la recherche dans les universités; les professeurs jouissent de la liberté universitaire; les établissements de haut savoir sont autonomes et les provinces possèdent la compétence exclusive dans le domaine de l'éducation. L'État encourage aussi la recherche dans l'industrie; il exploite des laboratoires pour aider cette dernière qui fonctionne comme entreprise privée, et il agit aussi comme entrepreneur; l'industrie est souvent soumise à une réglementation provinciale et de nombreuses firmes sont sous mainmise étrangère.

Le lecteur se sentira sans doute, et avec raison, quelque peu déçu par la

présente partie de notre rapport. Il n'est pas aisé d'élaborer une ligne de conduite raisonnable pour une activité aux aspects aussi divers que la recherche fondamentale, dans un cadre peu structuré et susceptible de changements imprévisibles.

III.10 Les perspectives de la recherche fondamentale

Les objectifs nationaux

Le Conseil des sciences du Canada a entrepris l'élaboration de notre politique scientifique en fonction des objectifs nationaux de notre pays³. Le Conseil est un organisme national, et bien que les individus, les familles, les groupes, les régions, tout comme les offices fédéraux, les entreprises, les partis, etc. aient leurs propres objectifs, il estime devoir s'occuper surtout des objectifs de notre pays. De plus, de nombreux problèmes scientifiques et technologiques de la recherche fondamentale ne peuvent être étudiés que dans le cadre du Canada tout entier.

La validité des objectifs nationaux ne diminue en rien la valeur des autres objectifs, qui conservent leur actualité. En effet, à l'échelle nationale ils visent à protéger et même à accroître la liberté des individus et des groupes, tout comme à favoriser la paix mondiale, à étendre l'aide aux pays en voie de développement et à augmenter notre connaissance du monde, ce qui nécessite une extension de la recherche fondamentale.

Il est évident que ce sont les citoyens ou leurs représentants qui déterminent les objectifs prioritaires d'une démocratie. Comme on n'avait jamais proposé des objectifs précis sur lesquels baser une politique scientifique, le Conseil des sciences en a recommandé une série^{3, 62}. Nul doute qu'il y ait d'autres objectifs nationaux possibles. Mais l'opinion est divisée même sur la nécessité d'introduire la notion d'objectifs nationaux. Ces objectifs évoluent, tout comme leur ordre de priorité. C'est pourquoi il faut s'assurer que les objectifs éloignés ne gênent pas la réalisation des objectifs immédiats plus précis. Les progrès de

la science et de la technologie suscitent de nouveaux objectifs et permettent d'en atteindre d'autres. D'autres encore sont irréalisables, à cause de l'acquis scientifique et technique de notre société.

La recherche fondamentale pour la réalisation des objectifs nationaux

Revenons à la contribution future de la recherche fondamentale. La science n'est pas enfermée dans un cadre national et on ne peut en prévoir les développements. Il est donc impossible, pour l'instant, de relier la réalisation de programmes ou d'objectifs canadiens particuliers à certains travaux de recherche fondamentale; on ne peut qu'indiquer ses contributions générales à l'avenir du Canada.

Nous résumons ci-dessous quelques-unes des incontestables contributions que la recherche fondamentale bien gérée pourrait apporter à la réalisation des objectifs nationaux: Certaines d'entre elles ne sont pas le fait exclusif de la recherche fondamentale:

1° les travaux de recherche fondamentale peuvent créer un climat stimulant de curiosité et de recherche de la vérité dans les établissements d'enseignement;

2° ils constituent un excellent moyen d'aider les étudiants à «se former eux-mêmes», d'ouvrir leur esprit à la curiosité, à la réflexion, à l'action, et de leur fournir les connaissances les plus récentes;

3° ils permettent de nouer de fructueuses relations internationales, grâce à l'échange d'informations libres et objectives;

4° ils peuvent conduire à des innovations avantageuses pour la société, y compris l'élimination de problèmes créés par l'emploi malavisé de techniques antérieures; ils peuvent également mettre en lumière les innovations nuisibles pour la société;

5° ils peuvent ouvrir de nouveaux horizons à l'esprit humain et étendre l'expérience individuelle au-delà des frontières actuelles, enrichissant l'existence et cernant même de nouveaux objectifs.

La recherche fondamentale canadienne

nous permettra de bénéficier des trois premiers avantages. Elle nous aidera à profiter des deux derniers également, car ainsi nous disposerons des mécanismes nécessaires à l'assimilation des résultats obtenus à l'étranger.

Les chercheurs ne doivent pas être isolés de la société qui les entoure, sinon ces avantages seront gaspillés, et il est indispensable d'établir d'étroites liaisons entre les spécialistes des sciences physiques et naturelles, les technologues, les spécialistes des sciences sociales, les hommes d'affaire, les hommes politiques, les étudiants, etc. et le grand public. Le respect mutuel et la collaboration qui découleront de ces relations constitueront le catalyseur qui permettra à la recherche fondamentale de jouer un rôle dans l'avenir du Canada.

Prévisions des tendances futures

À l'aube des années 1970, la R & D subit une éclipse aux États-Unis, et la recherche fondamentale y est soumise à un examen critique. La situation est la même dans beaucoup d'autres pays. Dedijer⁶³ donne deux explications possibles :

«Dans le déclin actuel de la R & D aux États-Unis, les optimistes voient non seulement un stimulant à une collaboration internationale plus large et plus diversifiée pour la réalisation des projets communs de R & D, mais aussi la promesse d'une élaboration plus rapide d'une politique mondiale de la R & D.

Les pessimistes y voient le signe précurseur de la fin de l'ère scientifique aux États-Unis. Ils prétendent que l'alunissage des cosmonautes américains constitue l'apogée des réalisations de la civilisation américaine, tout comme le furent les Pyramides, le Parthénon et le Taj Mahal pour d'autres civilisations».

La majorité des hommes politiques, des planificateurs et des gestionnaires d'aujourd'hui auront disparu quand leurs travaux porteront leurs fruits. Un grand laps de temps sépare l'action de ses éventuelles conséquences, une génération,

estime-t-on, quand il s'agit de recherche fondamentale. La jeunesse doit donc se préoccuper sérieusement de l'avenir.

Beaucoup de jeunes sentent qu'il est difficile de s'adapter à la cadence vertigineuse de l'innovation technologique. On abandonne l'attitude fataliste suivant laquelle «les changements successifs mènent irrévocablement vers une société technocratique»⁶⁴. Même l'Académie nationale des sciences des États-Unis⁶⁵ doute que toute innovation technologique soit un «progrès» :

«Même parmi ceux qui admettent que les progrès technologiques représentent, dans l'ensemble, des bienfaits pour l'humanité, un courant de scepticisme se fait jour à l'endroit de propositions ou de projets qu'on eût naguère salués comme les symboles mêmes du progrès humain. Alors qu'il y a quelques années, l'avion supersonique semblait le summum des réalisations humaines dans les airs, on se demande maintenant s'il est bien utile de voler de Watts à Harlem en deux heures, en assourdissant des millions d'Américains».

La recherche scientifique est largement impliquée dans le procès de la technologie, car les chercheurs se servent des progrès techniques pour appuyer leurs demandes de subventions (III.8). Pendant des siècles, la science a joui d'une réputation enviable, rivalisant presque parfois avec la religion pour soutenir les espoirs de l'humanité. Cependant, certains progrès technologiques ayant eu de tragiques répercussions, la science apparaît, aux jeunes surtout, comme inhumaine, dictatoriale, voire diabolique⁶⁶.

Ces idées s'appliquent surtout aux États-Unis, mais peu au Canada jusqu'à présent. Cependant, d'ici quelques années, la situation aura changé : sous l'influence des informations et des idées venues des États-Unis, le Canada pourrait se heurter aux mêmes difficultés dans sa hâte d'atteindre le niveau de la technologie états-unienne.

Le seul remède aux maux que nous

cause aujourd'hui l'emploi malavisé de la technologie est sans nul doute l'emploi judicieux d'une technologie nouvelle, issue des progrès de la recherche fondamentale. Il faut que les scientifiques, les technologues, et le public, tout particulièrement la jeunesse, maintiennent des rapports étroits. Si la collectivité scientifique et technique réclame à cor et à cri des fonds sans toujours les justifier, elle pourrait ne plus être écoutée en cas de réel besoin. Le public estimerait sans doute que l'absence de technologie (et par conséquent de recherche fondamentale) est bien le remède à l'utilisation malavisée de la technologie. Ce qui est évidemment une erreur.

Quel est le meilleur moyen d'administrer la recherche fondamentale?

III.11 Où la gestion est-elle nécessaire, et où ne l'est-elle pas?

Le pour et le contre de la gestion

Les termes «gestion» «planification» ou «direction» associés à la recherche fondamentale inquiètent la plupart des chercheurs. Voici comment Steacie¹⁷ envisageait la planification, l'organisation ou la coordination de la recherche fondamentale:

«La science fut pour lui poursuite de la connaissance, le scientifique un créateur. Il rejetait toute activité scientifique ne laissant aucune initiative au savant. C'est pourquoi il exprimait son aversion pour toute tentative d'organiser, de coordonner et de planifier la science, pour la spécialisation à outrance et le secret, méthodes affectant les fondements mêmes de la science et qu'il faut reconnaître comme des maux peu tolérables».

Aucun technocrate chargé de l'administration de la science ne peut évidemment diriger le scientifique dans sa recherche d'une nouvelle loi de la nature. La définition même de la recherche fondamentale en écarte la possibilité. La gestion éclairée de la recherche fonda-

mentale protégera l'indépendance du chercheur. La politique de non-intervention est en fait une forme de direction globale. Chaque chercheur semble petit à petit s'enfermer dans une spécialité limitée (III.6), s'imposant, en somme, de plus en plus de restrictions.

Afin de mieux comprendre les problèmes de gestion, imaginons trois paliers différents dans l'éventail décisionnaire: politique, administratif et scientifique. Au palier politique, les décisions sont fondées sur la valeur des objectifs sociaux, culturels ou économiques que l'État ou tout autre organisme désire atteindre. Les organes administratifs décident comment réaliser les objectifs. C'est au niveau scientifique que qu'on effectue le travail. Il n'y a pas naturellement de cloison étanche entre ces catégories qui souvent se recouvrent, mais chacune d'elles fonctionne différemment.

La gestion au palier scientifique

Ainsi que l'exprime Herzberg⁶⁷, le scientifique qui se livre à la recherche fondamentale doit décider librement des détails de ses travaux:

«Seul le chercheur, attentif à tous les aspects d'un sujet donné, est capable de choisir le vrai problème, valant la peine d'être étudié. Les idées brillantes et les étincelles de génie viennent à ceux qui ont travaillé pendant des années, avec acharnement, à la solution d'un problème, et non aux administrateurs ou aux comités qui essaient de gérer les activités scientifiques du pays».

Quelles doivent être les limites de cette liberté d'initiative? Doit-on l'accorder à l'étudiant qui prépare sa thèse? Il s'agit alors de miniscience ne nécessitant guère de restrictions. Par contre, quand il s'agit de travaux macroscientifiques exigeant les efforts de groupes comprenant des scientifiques et des étudiants, l'efficacité du travail nécessite que les uns et les autres acceptent certaines restrictions à leur liberté d'initiative.

Au point de vue scientifique, il n'y a

pas de différence fondamentale entre les travaux de recherche libre et orientée. On peut orienter la recherche par le simple choix de chercheurs d'une spécialité particulière et en les mettant au courant des besoins du projet concerné.

La recherche libre doit être débarrassée de toute intervention des administrateurs. Le chercheur poursuit son œuvre sans entraves: ses confrères scientifiques évalueront les résultats et la qualité du travail. L'échelon suivant des hauts fonctionnaires des départements scientifiques établit le niveau de financement des divers secteurs de la recherche libre; au sommet, les dirigeants politiques déterminent les ressources disponibles pour l'ensemble de la recherche libre.

La gestion au palier administratif

La recherche orientée exécutée dans les laboratoires de l'État ou de l'industrie est administrée à différents niveaux intermédiaires; les décisions dépendent de critères internes (scientifiques) et de critères externes (pertinence). Aux niveaux supérieurs, ce sont des hauts fonctionnaires qui prennent des décisions au sujet des problèmes à résoudre et au-dessus d'eux les dirigeants politiques établissent la politique globale.

On a beaucoup étudié⁶⁸ l'efficacité de modes particuliers de gestion de la recherche fondamentale accomplie dans les laboratoires de l'État et dans l'industrie; nous ne nous en occuperons donc pas ici. Chaque directeur de recherche décide de la méthode à employer, laquelle varie suivant le secteur de réalisation, le genre de problème à résoudre, les traditions et les personnes concernées. De plus en plus, la méthode interdisciplinaire se révèle indispensable. Son utilisation suscite souvent de nouveaux et complexes problèmes de gestion, surtout quand on y introduit des considérations tirées des sciences sociales et de la politique.

Le mode de répartition des fonds est certainement une méthode efficace pour gérer la recherche universitaire orientée (III.12). Les spécialistes de la recherche fondamentale pourraient plus facilement

résoudre les problèmes techniques s'ils en étaient mieux informés, ce qui pourrait se faire en envoyant un bulletin d'information aux membres de la collectivité scientifique; il exposerait les problèmes auxquels se heurtent les organismes de l'État, et même l'industrie. Les organismes à vocation spécialisée pourraient également organiser des réunions pour exposer leurs programmes et leurs problèmes aux chercheurs. L'allocation des subventions (III.4) pourrait également constituer un mécanisme pour le retour des informations à la source. Pour finir, il importe de souligner qu'une formation adéquate du chercheur et que l'intérêt de ce dernier pour l'objectif à atteindre sont indispensables à une activité telle que la recherche fondamentale, tout comme la compétence des gestionnaires.

Centres de spécialisation

La concentration des efforts permet d'augmenter le rendement des travaux de la recherche fondamentale dans certains domaines. La création de centres de spécialisation permettrait de dépasser le seuil minimal des moyens et des efforts.

Grâce aux moyens rapides de télécommunications et de déplacement actuels, l'emplacement géographique de ces centres n'a pas trop d'importance. Ils devraient englober un éventail d'activités, de la recherche fondamentale jusqu'au développement technique des inventions, afin de susciter d'utiles interactions. Les secteurs universitaire, public et industriel devraient y être représentés.

Le Canada possède déjà de nombreux centres de spécialisation, et d'autres sont en voie de réalisation: Institut d'études aérospatiales de l'Université de Toronto; Institut de recherches sur les pâtes et papiers; Groupe océanographique Bedford-Dalhousie; Centre canadien des Eaux douces; Énergie atomique du Canada; Groupe universitaire d'étude des mésons, et bien d'autres. Ces centres sont nés dans diverses circonstances: certains doivent leur existence à un individu ou à un groupe possédant à la fois enthousiasme et moyens, d'autres au hasard,

d'autres encore ont été créés par l'État. Il faudrait probablement les étudier séparément, car il n'existe pas de modèle unique.

On suggère de créer des unités de recherches universitaires, subventionnées par l'État, autour de scientifiques éminents. Les scientifiques de l'État pourraient participer aux travaux de ces unités de recherches, dont la haute compétence intéresserait l'industrie. Il serait indispensable de dresser régulièrement le bilan de leur activité pour en maintenir la qualité. Ils permettraient également d'établir d'étroites relations de travail entre les scientifiques de différents domaines. La structure politique et géographique du Canada gêne parfois la création de centres de spécialisation. Les moyens de transport et de télécommunications réduisent les obstacles géographiques, mais il est difficile de prévoir l'incidence politique des rivalités entre provinces, régions et universités.

On peut concevoir les centres de spécialisation sous une forme minuscule; le mode actuel d'attribution des subventions du CNRC n'est pas satisfaisant, parce que trop égalitaire; les fonds sont éparpillés, alors qu'il serait plus efficace de financer entièrement les travaux de scientifiques de valeur exceptionnelle dans le cadre de centres individuels de spécialisation.

III.12 La gestion par le financement

La recherche fondamentale et les relations pertinentes entre l'État canadien et les provinces

Les gouvernements provinciaux s'intéressent à la recherche fondamentale à cause des effets qu'elle peut avoir sur leur économie ou sur la qualité de leur enseignement supérieur.

La qualité de l'enseignement primaire et secondaire semble dépendre de celle de l'enseignement universitaire (III.5). Bien que les provinces les subventionnent dans une très large mesure, les universités sont libres d'établir elles-mêmes leurs critères de qualité.

L'État canadien subventionne indirectement le fonctionnement général des universités⁶⁹, tout comme il le fait directement par l'assistance à la recherche, l'octroi des bourses etc. Le Premier Ministre a précisé ainsi⁷⁰ la position du gouvernement fédéral:

«La responsabilité des provinces dans le domaine de l'éducation n'empêche pas l'État canadien de s'intéresser à la recherche, ni d'accorder des subventions de quelque matière que ce soit, en dehors des considérations de compétence fédérale ou provinciale».

Mais la position de la province de Québec s'exprime comme suit⁷¹:

«On ne peut séparer l'enseignement universitaire de la recherche. Conformément à la compétence provinciale en matière d'enseignement, il faut admettre que la recherche universitaire entre dans le cadre de cette compétence».

Dans le Rapport n° 5, le Conseil des sciences¹⁴ recommandait que les organismes subventionnaires participent à l'orientation de la recherche universitaire. Cette mesure donnerait une triple gestion de la recherche et créerait peut-être le chaos, à moins que les planificateurs fédéraux, provinciaux et universitaires ne coopèrent. Le mode actuel de financement de la recherche universitaire par l'État détermine les priorités provinciales de différentes manières. Un soutien trop généreux de la part de l'État risque de monopoliser les moyens de recherche des universités et par conséquent de réduire les travaux sur les problèmes locaux. Les autorités provinciales ne disposeraient plus alors que de moyens indirects pour orienter la recherche vers des objectifs provinciaux.

Les subventions fédérales allègent les charges des universités (et indirectement celles des provinces) pour des recherches qui auraient, de toutes façons, été entreprises aux frais de l'université. Cependant, un financement incomplet mais

large peut bouleverser l'ordre de priorité choisi par les provinces et les universités! L'université doit acquitter les frais indirects de la recherche financée par l'État. Elle peut transférer ces charges financières au gouvernement provincial ou réviser l'ordre de ses priorités, ce que devrait également faire le gouvernement provincial s'il acceptait de payer ces dépenses.

Bien des arguments plaident en faveur du financement de la recherche fondamentale universitaire par l'État, même si certains estiment que la méthode actuelle d'intervention est inconstitutionnelle. La recherche permet de former des cadres hautement spécialisés, actif cher et mobile⁴⁶. Il semble donc logique que l'organisation et le financement de la recherche fondamentale soient élaborés pour tout le pays au niveau fédéral.

Le coût élevé des travaux macroscientifiques ou des centres de spécialisation militent en faveur de l'intervention de l'État. La plupart des provinces ne pourraient pas accorder le financement minimal indispensable à la création d'un centre de spécialisation efficace, dont le dédoublement serait inutile et trop coûteux. Ainsi que nous l'avons fait remarquer aux paragraphes III.4 et III.8, les résultats de la recherche fondamentale constituent un article international, et la plupart des programmes exigent une coopération internationale.

Au cours des années 1970 il y aura sans doute des changements dans la structure des mécanismes fédéraux de financement de la recherche fondamentale. Si la collectivité scientifique fait part de ses vues aux autorités provinciales et fédérales, il est possible que les futures modifications constitutionnelles en tiennent compte. Il serait plus facile d'élaborer une politique scientifique si les responsabilités étaient nettement délimitées.

Résultat du financement fédéral de la recherche universitaire

La méthode actuelle de financement peut influencer non seulement le type de recherche mais aussi les programmes d'en-

seignement universitaire. Et d'après l'OCDE⁹, cette méthode classe hiérarchiquement les scientifiques dans chaque discipline, néglige les objectifs économiques et sociaux de la recherche, et oriente les travaux de nos universités dans le sens de ceux des universités étatsuniennes.

Ces faits influencent certainement la manière de voir des universitaires et par conséquent leurs programmes de recherche, leur enseignement, les cours et les programmes qu'offrent les universités. Ce sont les opinions et les intérêts des personnes en cause qui déterminent les répercussions de cette influence, mais on ne peut les négliger quand on cherche à résoudre des problèmes tels que ceux que nous décrivons aux paragraphes III.5 et III.6; et quand une université donnée veut mettre sur pied de nouveaux programmes et de nouvelles structures, elle rencontre des difficultés.

Le système de financement partiel a l'avantage de prévenir l'établissement de la loi de la jungle en matière de subventions universitaires. Un financement élevé des recherches en sciences physiques et naturelles risque même de déséquilibrer le mécanisme universitaire au point d'affecter la qualité de l'enseignement des humanités! Les frais indirects causés par ces recherches peuvent épuiser le budget d'une université et entraîner une réduction des autres activités si l'administration provinciale ne vient à la rescousse.

En subventionnant la recherche, l'État canadien n'est pas théoriquement responsable du bouleversement des priorités universitaires. Les scientifiques ne peuvent accepter personnellement ces fonds qu'avec le consentement de l'université. En pratique, cependant, il semble peu probable que beaucoup d'administrateurs universitaires examinent les demandes de recherche et refusent d'en acheminer certaines. L'attrait des fonds obtenus rapidement, qui permettent d'acquérir vite du prestige grâce aux publications issues des recherches, compense largement les craintes de déséquilibre des programmes universitaires.

Il existe de bonnes raisons pour charger les universités d'une plus grande part de l'organisation du financement de la recherche. On pourrait leur allouer des subventions générales de recherches, à condition que leurs administrateurs s'engagent à aider les professeurs jeunes, politisés, s'intéressant surtout à l'enseignement, ou même médiocres. Cette méthode aurait l'avantage de diminuer le nombre de demandes de subventions adressées aux conseils fédéraux et faciliterait l'examen des demandes restantes (III.4). Cependant, si ces subventions émanaient du gouvernement fédéral, des conflits de compétence seraient à craindre.

Ce sont les collègues du jeune professeur qui sont les mieux placés pour juger de sa valeur. Il appartient aux universités d'épauler le jeune scientifique en lui confiant un poste d'enseignant. La demande du jeune chercheur extrémiste qui semble avoir des idées farfelues (mais originales et réfléchies en fait) risque d'être écartée par ses confrères des organismes subventionnaires, qui n'ont pas eu avec lui de fréquents contacts personnels. Il semble logique que les universités subventionnent elles-mêmes la recherche entreprise surtout en vue de l'enseignement.

Peut-on craindre que cette méthode ne mène à la constitution de fiefs administratifs dans les universités et n'affecte la qualité de la recherche? Si cette éventualité se réalisait dans une université, il lui serait difficile de conserver des professeurs de qualité ou d'en attirer. La concurrence entre universités aurait alors des effets constructifs, mais on regretterait de leur voir abdiquer leurs responsabilités. Alors que les méthodes démocratiques pénètrent de plus en plus dans les universités, on ne devrait plus considérer l'administration et le corps professoral comme des «classes» différentes. Dans une démocratie raisonnable, «le peuple a le gouvernement qu'il mérite» et à la longue la responsabilité dont une personne est chargée peut améliorer l'équité des décisions qu'elle prend.

De toute façon, le pouvoir des administrateurs universitaires sera restreint.

Les chercheurs auront accès à d'autres sources de financement et les universités pourront mettre en place leur propre mécanisme d'évaluation des demandes de subventions, en faisant appel à des arbitres de l'extérieur si nécessaire.

Financement de la recherche orientée

Dans le passé, l'État a donné une orientation générale à la recherche fondamentale dans ses propres laboratoires, laissant la recherche pure aux universités. Comme nous l'avons fait remarquer aux paragraphes III.5, 6 et 7, il faudrait accroître la recherche orientée dans les universités. Certains dangers sont cependant à éviter.

Les avantages se résument comme suit : les étudiants sentent la pertinence de leurs efforts; on réduit l'écart entre le nombre de diplômés supérieurs et celui des emplois possibles; la recherche est mieux adaptée aux problèmes canadiens; on resserre les relations entre les différents secteurs et disciplines.

Parmi les dangers possibles, on note la diminution de la qualité de la recherche, due à l'importance donnée aux critères extérieurs de pertinence aux dépens des critères internes; l'accroissement de la «subventionnite», la restriction de la liberté universitaire et l'inaptitude croissante à faire face à des problèmes imprévus.

La recherche fondamentale peut être orientée par différents moyens : on peut allouer des fonds uniquement pour l'excellence du projet, tout en indiquant aux chercheurs quels sont les problèmes actuels ou prévus, afin qu'ils orientent d'eux-mêmes leurs travaux. On peut aussi accorder la subvention selon le degré de pertinence des travaux à l'égard de ces problèmes. Pour différentes raisons, cette dernière méthode semble la meilleure, bien qu'elle présente certains des dangers mentionnés ci-dessus. En allouant des fonds à la recherche libre dans l'espoir que les chercheurs l'orienteront grâce à leur connaissance des problèmes actuels et futurs, on n'empiète pas sur l'autonomie de l'université; cependant cet espoir

n'est pas toujours réalisé. Le financement par des organismes à vocation spécialisée ou par l'industrie a l'avantage de multiplier les contacts entre les différents secteurs d'activité et de faciliter la communication de l'information. On peut prévenir certains dangers de la recherche orientée; tous les aspects de la «subventionnisme» ne sont pas nécessairement néfastes, et elle se manifeste toujours, qu'il s'agisse de recherche libre ou orientée. L'étude de la pertinence du projet par le comité d'évaluation peut mettre au jour des idées intéressantes, tant pour le demandeur que pour l'organisme subventionnaire. Cependant, il faut s'en tenir aux normes scientifiques pour éviter de se méprendre sur la valeur de certaines idées et de créer ultérieurement des suspicions sur les raisons ayant fait accorder une subvention.

On pourrait instituer une série de comités homologues des comités pour la recherche libre. Ces comités s'occuperaient des projets visant à résoudre certains problèmes, au lieu d'œuvrer dans le cadre d'une discipline.

On pourrait également former un comité de pairs du chercheur, de directeurs de recherche etc. pour chaque grand programme thématique des organismes de l'État et pour chaque secteur important de l'industrie. Les membres de ces comités ne devraient pas être les mêmes que ceux qui servent au sein des comités s'occupant de la recherche libre, sinon, on perdrait les avantages qu'offre la diversité des sources de financement.

Il faudrait qu'une seule demande soit valable pour obtenir les subventions à la recherche libre et celles destinées à la recherche orientée, afin d'éviter de faire des distinctions qualitatives et aussi pour prévenir la «subventionnisme». Mais cette demande unique serait examinée par plus d'un comité. Un bureau central achèverait les demandes de subventions.

Ce système dépendrait des idées émises par les demandeurs. De plus, chaque organisme à vocation spécialisée ou industrie disposerait de fonds pour faire exécuter à l'extérieur des travaux utiles ou

nécessaires à leurs programmes. La confiance mutuelle entre les chercheurs des différents secteurs permettrait un utile échange d'idées.

Les progrès de la science ne seraient probablement pas aussi rapides que celui du financement de la recherche orientée. D'après Polanyi²³, «Lorsqu'on tente d'orienter la recherche scientifique vers un objectif qui ne lui est pas propre, on ralentit les progrès de la science». Pourtant, dans l'ensemble, il semble que notre pays aurait avantage à orienter une partie des chercheurs vers la résolution des problèmes urgents, même si les progrès de la science se ralentissent.

Il faut prendre garde à la réaction qui pourrait résulter de l'attention supplémentaire accordée à la recherche orientée. Il faut néanmoins qu'on accomplisse suffisamment de recherche libre dans toute la gamme de disciplines, afin de faire face aux problèmes imprévus.

Vers une société scientifique juste

Nous avons discuté précédemment du choix des confrères devant participer aux travaux des comités d'évaluation (III.4). Ce choix doit s'appuyer sur la participation de la part de la communauté scientifique; d'autres aspects de l'impartialité favoriseront l'efficacité des travaux de recherche fondamentale. La tendance actuelle est à l'égalisation des chances au sein de la collectivité scientifique.

Les subventions fédérales (celles du CNRC tout au moins) sont allouées en fonction de l'excellence du chercheur. Il en résulte qu'on subventionne la recherche libre à des fins culturelles, c'est-à-dire pour la découverte de connaissances.

Pourquoi accorde-t-on les subventions pour la recherche tant libre qu'orientée, aux seuls universitaires? Pourquoi les scientifiques travaillant pour l'industrie ou l'État ne peuvent-ils en obtenir? Cette distinction dresse bien des barrières entre les différents secteurs. Malheureusement, aucun organisme fédéral ne dispose de crédits pour subventionner le scientifique du secteur industriel qui soumettrait un projet de son cru.

Ce financement plus équitable devrait être complet, pour commencer tout au moins; les firmes industrielles n'appuieront sans doute les demandes qu'après avoir pu en mesurer les avantages.

Les subventions doivent être réparties impartialement, afin d'éviter que les universités ne subventionnent la recherche libre ou orientée, empêchant ainsi la participation des scientifiques des secteurs de l'État et de l'industrie.

De même, des comités d'experts extérieurs devraient évaluer la recherche libre menée dans les laboratoires de l'État; ses chercheurs devraient être admis à concourir avec les chercheurs universitaires pour l'attribution de subventions à leurs travaux.

Malgré toutes ces sources de financement, existantes ou proposées, on devrait peut-être créer une sorte de «Conseil des causes perdues», version canadienne publique ou privée de la Fondation Ford. Ce Conseil encouragerait la coopération et jetterait des ponts entre les disciplines, secteurs, institutions, échelons politiques, etc. Le jeune chercheur sérieux et original pourrait y trouver un soutien financier et des encouragements. Cet organisme pourrait également financer les avant-projets.

Enfin, il faudrait récompenser les brillants travaux de recherche fondamentale, dans tous les domaines, par l'attribution d'un prix, qui serait en quelque sorte le «Prix Nobel» canadien.

Quel soutien faut-il accorder à la recherche fondamentale?

III.13 Soutien global

Les travaux de recherche orientée

Ce sont les besoins qui doivent déterminer l'activité en recherche orientée, de même que sa répartition suivant les différents domaines. Ainsi que nous l'avons dit au paragraphe III.7, ces besoins sont ceux des programmes thématiques des organismes de l'État et des entreprises privées.

Le soutien global à la recherche orientée dépend donc du genre et du nombre

des problèmes exposés, des connaissances scientifiques requises et des travaux de recherche nécessaires.

Ce sont les dirigeants, tant politiques qu'industriels, qui décident des programmes à entreprendre et des priorités à consentir. Les cadres gestionnaires se chargent de préciser les détails. Le Conseil des sciences joue un rôle très important qui consiste à proposer les opérations thématiques et leurs ordres de priorité en fonction du concept des «Programmes majeurs»³. Comme notre étude ne traite pas du choix et de l'élaboration de ces opérations thématiques, nous ne nous y arrêtons pas.

Critères permettant de calculer les subventions de l'État à la recherche fondamentale

Il est difficile d'établir des critères valables pour décider de la somme de recherche fondamentale à entreprendre. Il faut que les travaux de recherche soient suffisants pour maintenir le dynamisme des différents domaines de la science, sans que la pertinence des travaux pour une opération thématique soit prise en considération, et pour assurer la qualité de l'enseignement supérieur, sans qu'il soit nécessaire que chaque université ouvre l'éventail complet des disciplines.

La question des frais généraux est souvent mise en cause quand il s'agit de déterminer le niveau d'activité en recherche libre⁷³. On prétend qu'un certain pourcentage des frais de recherche appliquée et d'enseignement est imputé au compte des frais généraux, et que ce montant sert ensuite pour la recherche libre. Cette idée vaut peut-être qu'on s'y arrête. Ce lien avec les «frais généraux» semble porter atteinte à la renommée de la recherche fondamentale. Bien que les «frais généraux» se rapportent à des frais indispensables et répartis, on tend à les considérer comme non essentiels, à les réduire ou même à les oublier.

À défaut de tout autre critère, on pourrait réserver un pourcentage du PNB comme minimum absolu accordé à la recherche libre. Après un certain temps,

ce pourcentage, quel qu'il soit, pourrait être révisé. La croissance du PNB a suivi celle du facteur de complexification et d'inflation¹³. Si cette tendance persistait, la méthode permettrait de maintenir le niveau de la recherche libre. Le tableau n° 3 indique ou sous-entend d'autres critères.

Il ne semble pas possible d'effectuer des analyses de rendement pour la recherche fondamentale du passé, et encore moins pour celle de l'avenir. La Grande-Bretagne⁷⁴ et les États-Unis^{75, 76} ont fait quelques études en ce sens; elles n'apportent guère de précisions, à cause de la difficulté d'évaluer les avantages culturels et de distinguer les avantages découlant des efforts nationaux et internationaux. Les interprétations des résultats varient selon l'observateur, pouvant même être contradictoires.

Quand la fin et les moyens sont indiscernables et que les évaluations se multiplient, on ne peut que se débrouiller tant bien que mal. Shultze⁷⁷ justifie cette méthode, dans les cas où «la détermination des objectifs n'est pas seulement une difficulté intellectuelle, mais un véritable désagrément». La méthode Delphi, que nous avons décrite au paragraphe II.4, a permis à la collectivité scientifique d'éclaircir certaines idées.

En fin de compte, le niveau général du soutien que l'État accorde à la recherche libre constitue dans une large mesure une décision politique. Il faut que les instances gouvernementales comprennent l'importance de cette activité pour le pays et les répercussions probables d'une autre prise de position.

Certaines données chiffrées permettent d'étayer les recommandations possibles:

1° Dépenses courantes pour la recherche fondamentale au Canada: 196 millions de dollars en 1967, dont 100 millions peut-être pour la recherche libre (env. 0.15 pour cent du PNB).

2° Dépenses nettes de soutien des prix des produits laitiers au cours de l'exercice 1967-1968: 135 millions de dollars.

3° Droits indirects sur les cigarettes, tabacs et cigares: 251 millions de dollars en 1967.

4° Subventions du Conseil des Arts en 1967-1968: 16.9 millions de dollars.

5° Assistance au développement international, par l'intermédiaire du ministère des Affaires extérieures, 1967-1968: 50 millions de dollars.

6° Frais d'exploitation de la division des Affaires indiennes, 1967-1968: 121 millions de dollars.

7° Crédits pour la préparation physique et les sports: 5 millions de dollars.

8° Dépenses du ministère de la Défense nationale pour l'exercice 1967-1968, 1 753 millions de dollars.

Comparées aux sommes mentionnées ci-dessus, les dépenses pour la recherche libre ne paraissent pas excessives. Par contre, on pourrait estimer que 100 millions de dollars permettraient d'acheter de généreuses quantités de bière, de construire des logements et d'offrir une importante assistance technique pour les pays en voie de développement! On aurait pu sans doute aborder différemment le problème du soutien global de la recherche libre. Au lieu de la considérer comme un ensemble, on aurait pu étudier chacun de ses éléments séparément, et reconstituer le tout ensuite. Malheureusement cette méthode donne des résultats peu satisfaisants au point de vue politique.

La recherche fondamentale libre dans l'industrie et dans les organismes de l'État

La recherche libre est peu développée dans l'industrie. On pourra peut-être l'introduire plus largement si on la finance plus équitablement (III.12).

On effectue certains travaux de recherche «libre» dans les laboratoires de l'État. On doit continuer de soutenir financièrement les groupes qui ont acquis un prestige international grâce à l'excellence de leurs travaux; leur formation a été difficile. Leur contribution est précieuse pour notre pays dans beaucoup de domaines, tout particulièrement dans le domaine culturel (III.7).

Le Canada possède d'excellentes universités. C'est dans leur sein, ou associés

à elles, que les nouveaux groupes de recherche libre doivent se développer, plutôt que dans les organismes de l'État. On pourrait consentir des exceptions pour le scientifique de compétence exceptionnelle qui désire poursuivre de la recherche libre. De même, les chercheurs de l'État devraient avoir la possibilité de faire de la recherche libre et recevoir des subventions quand celles-ci sont accessibles à tous les scientifiques.

Les considérations qui précèdent ne signifient pas nécessairement une réduction de la recherche fondamentale dans les laboratoires de l'État. Ceux qui dirigent les opérations thématiques sont bien placés pour décider de la somme de recherche fondamentale nécessaire à leur bonne exécution. Il faudra peut-être que les laboratoires de l'État, soutenant les efforts de l'industrie, fassent plus de recherche orientée⁷⁸.

«La plupart des technologies actuelles atteignent un palier où le coût des perfectionnements et modifications dépasse largement les avantages probables. Le progrès exige une nouvelle technologie, dérivée de recherches appliquées utilisant de nouvelles connaissances».

Les périls, difficultés et avantages d'être explicite

Tous les doutes et les difficultés dont nous avons parlé au paragraphe III.9 surgissent quand on discute des chiffres réels et qu'on se demande jusqu'à quel point il est bon d'être sincères. Le décisionnaire examinant les chiffres croit qu'ils sont exagérés par principe et s'empresse d'y apporter des corrections. On peut d'autre part se montrer particulièrement sévère pour une activité donnée dont on connaît de près les faiblesses. Il est pratiquement impossible de quantifier cette sévérité excessive et il semble que seule la méthode comparative permette une allocation rationnelle des subventions. Il est malaisé à quiconque d'évaluer les avantages qui résultent de la recherche fondamentale; comment serait-il possible de juger toutes les activités qui

entrent en lice pour l'obtention de fonds?

Il est difficile de citer des chiffres précis, car les structures auxquelles ils s'appliqueraient sont encore mal définies. Il faut donc supposer que l'organisation actuelle, éventuellement révisée, sera maintenue.

Un chiffre précis constitue une base pour la discussion et la critique. Sans conclusions concrètes, ce rapport serait vague au point d'être inutile.

La recherche libre dans les universités: Trop, trop peu, ou un juste milieu

Dans les paragraphes III.5, 6, 7 et III.8, nous avons examiné les contributions que la recherche universitaire apporte au pays et les causes possibles de conflit.

La pénurie ou l'excès de recherche peut nuire au fonctionnement de l'université. La pénurie risque de réduire la qualité de l'enseignement des premier, deuxième et troisième cycles et de nuire à l'apport de l'université à la société. L'excès peut également diminuer la qualité de l'enseignement, tout comme un financement trop généreux de la recherche en général, si on accorde trop d'importance aux installations aux dépens de la recherche et des chercheurs. L'organisation des travaux universitaires risque aussi d'être affectée.

Le fonctionnement de l'université peut souffrir d'une trop forte ou d'une trop faible proportion de recherche libre: dans le premier cas, l'université s'enferme dans une tour d'ivoire, et ni la recherche ni les étudiants ne représentent des atouts pour la société.

Quand les fonds pour la recherche libre sont trop facilement alloués, les professeurs ne s'intéressent plus guère à d'autres types de recherche. Leur esprit d'entreprise se meurt et ils négligent les contacts extérieurs. Si par contre ils accomplissent une trop faible proportion de recherche libre, l'université compromet son rôle de critique impartial de la société, de dépositaire des connaissances et d'éducateur compétent dans tous les domaines.

En tenant compte des considérations

qui précèdent, voici quelques propositions directes qui pourraient servir de base aux débats. Ainsi que nous l'avons déjà indiqué dans les paragraphes III.9 et III.13, l'analyse scientifique quantitative ne peut fournir de justification à ces propositions; elles offrent néanmoins un choix d'options. L'expérience Delphi (II.4) en a fourni d'autres, et le Conseil des sciences ne manquera pas de formuler toute une série de propositions dans son rapport.

Une forte augmentation du volume de la recherche dans les universités canadiennes ne paraît pas indispensable à l'amélioration de la qualité de l'enseignement. Il en résulterait au contraire une diminution de cette qualité, à moins que le nombre d'étudiants par professeur ne diminue. C'est surtout l'industrie, et peut-être quelques organismes publics à vocation spécialisée, qui tireraient le plus d'avantages d'un accroissement de la recherche.

La proportion de recherche libre semble trop élevée si elle n'est pas financée spécialement dans un but culturel. Il serait donc raisonnable que l'État maintienne son soutien financier à la recherche libre dans les universités à un niveau constant au cours des cinq prochaines années, et qu'il augmente celui qui est destiné à la recherche orientée, afin que le volume de recherche par chercheur-enseignant reste le même. En fait, il faudrait avantager la recherche orientée.

La proportion de recherche libre, de recherche orientée, et de recherche appliquée, variera naturellement selon les universités et les disciplines.

L'augmentation devrait compenser les facteurs de complexification (environ 4 pour cent)¹³ et de croissance. Il est difficile d'estimer le taux d'accroissement annuel du personnel enseignant. On peut estimer qu'au cours des cinq prochaines années il atteindra 4 pour cent peut-être. Certaines disciplines se développeront certainement bien plus vite.

Ainsi le volume moyen de recherche libre par chercheur-enseignant diminue-

rait approximativement de 8 pour cent par an, alors que globalement celui de recherche fondamentale demeurerait constant; le total des crédits à la recherche augmenterait de 8 pour cent, en dollars de valeur constante. Bien entendu des augmentations notables pourraient se produire dans certaines disciplines et même des diminutions dans d'autres.

Il faudrait analyser soigneusement les effets des modifications aux modes de financement après quatre ou cinq ans, mais en surveiller le déroulement dans l'intervalle. Il faut que le financement de la recherche continue sans à-coups, car la réalisation de beaucoup de projets s'étend sur plusieurs années, et que les autorités politiques s'engagent à fournir à long terme un soutien global minimum à la recherche. Une période de quatre ans est de durée raisonnable pour l'accomplissement d'un projet, quoique bien souvent cet engagement doit couvrir une plus longue période.

Comparaisons avec d'autres propositions

Les crédits à la recherche libre ne sont actuellement augmentés que pour compenser l'inflation, et les réponses de la partie 1A de l'expérience Delphi (II.4) proposaient des accroissements plus élevés. La médiane des six groupes proposaient respectivement des accroissements de 6, 7, 7, 8, 8, et 3 pour cent. Si l'on englobe les études pluridisciplinaires avec la recherche orientée, les augmentations annuelles correspondantes seraient alors 5, 5, 5, 7, 8, et 2 pour cent. Il est probable que la communauté scientifique accepterait cette perspective, à condition que les crédits à la recherche orientée soient augmentés et qu'on écarte l'influence des groupes de pression.

Le Rapport Bonneau estime que le financement de la recherche par le CNRC devrait augmenter de 18 pour cent environ par an de 1971 à 1973. Le CRM estime que le sien devrait croître de 20 pour cent, dont 13 pour cent seraient nécessités par l'accroissement du personnel médical enseignant.

III.14 La répartition des fonds

La recherche fondamentale orientée

La répartition des subventions à la recherche orientée doit se faire en fonction de celle des programmes et des opérations thématiques entreprises. Bref, elle doit se baser sur le besoin de nouvelles connaissances en certains secteurs.

La recherche orientée est accomplie dans les laboratoires de l'État, de l'industrie et des universités. La recherche universitaire est financée par le canal de contrats ou par des subventions. Dans le premier cas, l'organisme qui offre un contrat de recherche cerne lui-même le problème à résoudre; dans le second, le chercheur soumet son projet de recherche à l'organisme subventionnaire.

Lorsque les fonds destinés à la recherche orientée sont abondants dans un domaine donné, il arrive qu'on finance des projets sans se soucier de leur orientation, dans l'unique but d'utiliser ces fonds. Mais l'organisme subventionnaire n'est pas tenu de tout dépenser: il peut transférer les excédents à d'autres domaines. Peut-être faudrait-il inverser la succession des décisions.

Les comités chargés de la recherche orientée devraient d'abord analyser les demandes suivant deux genres de critères: les critères internes de qualité scientifique et les critères externes de pertinence des projets. Après étude de chaque demande, le comité pourrait s'occuper de la répartition des fonds entre les diverses opérations thématiques. Cette méthode de répartition est celle du MRC mais non celle du CNRC. Critères d'un partage rationnel des fonds pour la recherche libre. Une bonne répartition des fonds pour la recherche libre permet de conserver l'équilibre entre les secteurs, et de maintenir partout une base scientifique saine, tout en parvenant à l'excellence dans certains domaines. Mais sur quels critères se baser pour effectuer un partage rationnel? Combien faut-il à chaque secteur pour maintenir son dynamisme? Dans quels domaines le Canada doit-il et peut-il se placer à l'avant-garde?

Weinberg⁵³ a proposé les deux critères suivants: premièrement, le critère interne, celui de la praticabilité (dans ce domaine, la recherche donnera-t-elle des résultats utilisables; ses spécialistes sont-ils vraiment compétents?) et deuxièmement, le critère externe, celui de la pertinence (valeur technique, scientifique et sociale). La question de la valeur scientifique est d'importance, car il est possible qu'une discipline se ramifie et s'étende sans autre contribution que sa propre perpétuation.

Le coût aussi doit être pris en considération, car certains secteurs nécessitent d'importants déboursés. Mais ces dépenses en valent la peine si elles ne sont pas faites «pour l'amour de la science» seulement, et s'il peut en résulter quelque avantage pour la société. Parfois, le coût est élevé parce que les travaux sont très complexes. Ainsi, Feynmann⁸² déclare:

«D'après moi, ou bien l'on arrivera à connaître toutes les lois qui régissent notre monde...ou bien les expériences deviendront de plus en plus difficiles à faire, et de plus en plus coûteuses; elles permettront de cerner 99.9 pour cent des phénomènes, mais il en restera toujours un à connaître. Ainsi, les travaux seront de plus en plus lents et de moins en moins passionnants. Laquelle des deux hypothèses est la bonne? Je ne sais pas, mais il faut que cela finisse d'une manière ou de l'autre».

Bien des disciplines des sciences physiques et naturelles auront peut-être bientôt des relations étroites avec les sciences sociales.

Il y a quelques années, les bons chercheurs étant peu nombreux, on aurait certainement réparti les fonds entre chaque domaine, suivant la répartition même des spécialistes. Maintenant, il semble que l'effort de recherche dans chaque secteur soit proportionnel aux fonds dont on dispose plutôt qu'au nombre de chercheurs compétents.

On pourrait penser à d'autres critères, comme le nombre de demandes, des con-

sidérations linguistiques ou régionales, l'importance mondiale de certains domaines, le personnel disponible, l'intérêt que suscite une discipline donnée chez les étudiants, le besoin d'aide financière, etc. Le problème du partage des fonds est trop complexe pour qu'on puisse le résoudre en appliquant un seul critère, ou une formule quelconque.

La recherche ne doit pas dépendre directement de nos besoins en spécialistes. Si toute la recherche entreprise à l'université sert à la formation des spécialistes, les disciplines les plus enseignées au premier cycle, et qui donc nécessitent le plus grand nombre de professeurs, auront tôt fait de nous submerger de spécialistes. En fait, certaines disciplines sont enseignées largement au premier cycle, non pas pour pallier le manque de spécialistes dans ces secteurs, mais dans l'unique but de donner une formation générale ou de préparer à d'autres cours.

Les décisions à prendre

Pour bien conseiller le pouvoir exécutif, il faut lui proposer un choix de recommandations, en indiquant les conséquences probables de chacune. Les hommes politiques pourraient alors, suivant le mandat que le pays leur a confié, choisir la meilleure voie à prendre. Mais peut-être préféreraient-ils laisser la collectivité scientifique décider elle-même du partage des subventions.

On pourrait l'effectuer en demandant d'abord aux spécialistes d'une discipline de faire collectivement une demande de financement, en la justifiant par l'exposé de ses possibilités et de ses besoins. Un jury composé d'hommes de sciences, d'hommes politiques et de personnes indépendantes pourrait alors décider de la répartition des fonds, en s'aidant de la méthode «Delphi», si nécessaire. Le Conseil des sciences pourrait aussi servir de jury.

Pour le moment, nous devons nous débrouiller tant bien que mal, tout en cherchant des méthodes de partage plus systématiques et plus scientifiques. Mais

inévitablement, la décision finale doit appartenir à un seul petit groupe de personnes sagaces.

Le tableau n° 8, donne la moyenne pondérée des résultats au second tour de l'expérience Delphi, portant sur un ensemble de 114 personnes. On y a inclus, comme points de comparaison, des chiffres provenant d'autres pays⁸¹. Comme les renseignements donnés dans les questionnaires étaient très approximatifs, il faut retenir la tendance indiquée par les réponses plutôt que les chiffres eux-mêmes.

On peut se demander à quel moment il faut laisser la science aux scientifiques pour voir agir «le principe de coordination spontanée des initiatives indépendantes» dont on parle dans *The Republic of Science*²³. À l'heure actuelle, les fonds sont limités et un nombre sans cesse croissant de spécialisations voient le jour. Dans cette situation, le «principe de coordination» n'agit peut-être qu'à échelle réduite, au sein d'une seule discipline.

La situation décrite ci-dessus¹¹ est loin de créer l'ambiance idéale au progrès des sciences :

«Dans l'ensemble, durant la période étudiée, les demandes des divers départements atteignaient à peu près le même montant. Le fait mérite qu'on s'y attarde... Ce processus apparemment égalitaire n'a pas été adopté après étude des priorités en recherche; il est surtout le fruit de «la liberté de négociation collective» qui pousse chaque département à réclamer une subvention au moins égale à celle du voisin».

Si les scientifiques ne veulent pas ou ne peuvent pas se mettre d'accord sur une répartition rationnelle des subventions entre les divers domaines, les hommes politiques s'en chargeront à leur place. Au lieu de voter en un seul article le budget du CNRC, du CRM ou de la Commission de contrôle de l'énergie atomique, le Parlement adoptera séparément une série de petits articles bud-

Tableau n° 8—Répartition du soutien à la recherche fondamentale dans les universités

Domaine	Canada			Domaine	Canada	É.-U.	Hol- lande	Norvège
	1968- 1969	1974- 1975	modifi- cation en %					
Médecine	26	23	- 11	Médecine	27	28.3	29.8	33
Psychologie	3	4	+33	Agronomie	8.1	14.6	5	10.4
Biologie	17	16.2	-0.5	Sciences physiques et naturelles	47.3	42.9	42.2	47.4
Chimie	12	10.4	- 13	Sciences de l'ingénieur	17.6	14.2	23	9.2
Physique	16	12.2	- 24					
Sciences de la Terre	6	7.7	+28					
Sciences de l'ingénieur	16	14.7	- 8					
Mathématiques	4	5.6	+40					
Études pluridisci- plinaires	0	6.2	N.A.					

gétaires, étendant ainsi le rôle des autorités politiques.

Par exemple, on adoptera séparément les budgets d'un Conseil de la recherche en mathématiques, d'un Conseil de la recherche en physique et d'un Conseil de recherche en sciences de la vie, etc.

Le problème du compartimentage

La façon de délimiter les secteurs, et le nom dont on les coiffe, ont de l'importance. Le titre «Sciences de la Terre» incite peut-être à plus de générosité que la simple «géologie». De même, l'enthousiasme pour les mathématiques aurait été moindre si on ne leur avait adjoint l'ordinateur, ou technologie des ordinateurs.

On peut se demander s'il faut conserver toutes les disciplines traditionnelles. Souvent, le centre d'intérêt de ces disciplines s'est déplacé et elles se transforment. Mais la discipline emprisonne souvent le chercheur dans un carcan, et nuit au progrès de la science. Par contre, la recherche interdisciplinaire ou pluridisciplinaire est de plus en plus fructueuse.

Mais ces travaux qui pourraient donner naissance à de nouvelles disciplines présentent des inconvénients. Les scientifiques qui s'y engagent ne sont pas très bien considérés, étant nécessairement plus généralistes que spécialistes. Plutôt que de retenir à tout prix les anciennes

disciplines, on devrait encourager la formation pluridisciplinaire à l'université.

Il faudrait intensifier la recherche dans les disciplines dites nouvelles, comme l'hydro-économique, les sciences urbaines, le génie biomédical, etc. Ces nouvelles disciplines, à vocation utilitaire, devraient être financées grâce aux fonds de la recherche orientée; leurs travaux ne sont pas, à proprement parler, de la recherche libre.

La prolifération des Conseils

Cette étude synoptique pourrait laisser de côté certains domaines. On a proposé la formation d'un Conseil des sciences de la santé qui administrerait la recherche fondamentale en médecine. On proposera peut-être aussi la création d'un Conseil des mathématiques, d'un Conseil de la technologie afin de défendre les intérêts des ingénieurs, etc.

Les conseils et les comités dont la composition est renouvelée régulièrement favoriseraient la connaissance des problèmes des disciplines extérieures par les spécialistes, si le cloisonnement actuel entre disciplines était abattu. Au Canada, les communications entre scientifiques et public et entre secteurs, disciplines ou domaines de recherche, sont fort difficiles. En multipliant les Conseils pour les diverses disciplines, on multiplierait les obstacles à la communication, et l'on forcerait les hommes politiques à pren-

dre, à la place des scientifiques, des décisions qui forcément mécontenteraient ces derniers.

Il faudrait que les scientifiques de toutes disciplines, y compris ceux des sciences sociales, règlent leurs différends avant de faire des recommandations au pouvoir exécutif. Sinon, leur participation à l'élaboration des politiques diminuera. Les contradictions entre certaines recommandations émanant de la communauté scientifique ne peuvent que faire du tort au prestige de ses membres, et ruiner la confiance que le gouvernement et le public leur accordent.

IV

Résumé des solutions proposées

Pour faciliter la compréhension, nous avons divisé notre résumé en huit parties. Certaines correspondent aux «points stratégiques» d'où viendront les changements capables de remédier aux «problèmes» énumérés dans notre rapport. Cependant, ces parties sont assez liées entre elles.

À cette étape de l'étude, les propositions que nous pouvons faire sont nécessairement vagues. Certaines deviendront peut-être peu réalistes avec l'évolution de la structure organique de la recherche fondamentale au Canada. D'autres sont peut-être déjà dépassées par les événements. Nous ne proposons pas partout des changements: certains secteurs doivent, d'après nous, rester tels qu'ils sont.

La qualité importe plus que la quantité

Il faudrait:

- examiner très soigneusement les projets de recherche; la durée des subventions devrait être plus longue et les universités devraient mieux surveiller les travaux de recherche accomplis dans leur sein;

- analyser la recherche fondamentale menée dans les laboratoires de l'État; il faut conserver les bonnes équipes de recherche fondamentale qui y œuvrent;

- créer des «centres de spécialisation» et subventionner entièrement les projets de grande qualité;

- inclure des confrères des chercheurs dans les comités chargés d'évaluer les travaux de recherche orientés.

Il nous faut des scientifiques plus adaptables et polyvalents

Il faudrait:

- ajouter aux programmes universitaires actuels des cours d'histoire, de philosophie et de sociologie des sciences et de la technologie;

- multiplier les voies de communication entre les sciences physiques et naturelles, les sciences sociales et les humanités, du moins au sein des comités du Conseil des sciences;

- financer le recyclage des cadres de formation supérieure.

Nous devons améliorer les communications entre les membres de la collectivité

Il faudrait:

- favoriser l'accès à l'information sur les méthodes et politiques des organismes subventionnaires;

- faciliter les échanges de scientifiques entre les divers secteurs, inciter les diplômés à mener leurs travaux de thèse hors de l'université, offrir des contrats de l'État à l'entreprise privée, etc.

- créer un bureau d'information sur les subventions de recherche fondamentale (libre et orientée), et sur les perspectives d'emploi des cadres de formation supérieure;

- organiser des rencontres entre les organismes à vocation spécialisée et les bénéficiaires possibles de subventions ou de contrats de recherche, afin de discuter de leurs problèmes et de leurs programmes.

Nous devons améliorer les communications avec le public

Il faudrait:

- dresser le tableau réaliste et objectif des contributions futures de la science et de la technologie aux progrès de la société;

- aider les organes de communication que sont le SCITEC et les sociétés savantes à remplir leur fonction.

Nous devons démocratiser les rouages de la collectivité scientifique

Il faudrait:

- constituer de façon plus équitable le jury pour l'examen des demandes de subventions de recherche;

- établir des critères d'évaluation des grands projets scientifiques;

- créer un Conseil pour l'examen des demandes difficilement classables;

- accorder des bourses de recherche fondamentale aux chercheurs de l'État et de l'industrie.

Nous devons lier pouvoir et responsabilité

Il faudrait:

- préciser la limite des compétences de chaque palier de gouvernement et orga-

nisme;

laisser aux scientifiques qui entreprennent de la recherche fondamentale, le droit de mener leurs travaux comme ils l'entendent;

laisser les autorités publiques et les industriels décider eux-mêmes du pourcentage de recherche orientée qu'ils veulent entreprendre;

charger les autorités universitaires d'un plus grand rôle dans la répartition des fonds de recherche entre les diverses facultés; s'assurer que le financement partiel direct ne va pas à l'encontre des priorités établies par l'université.

Nous devons orienter la recherche fondamentale

Il faudrait:

pour financer la recherche orientée, créer deux séries de comités répartiteurs, ayant deux objectifs différents, soit la recherche de solutions à certains problèmes, et le développement harmonieux des disciplines.

Propositions spéciales concernant l'aide financière globale

En dernier lieu, voici un choix de recommandations concernant l'aide financière globale, et destinées aux hommes politiques.

Le gouvernement devrait financer suffisamment la recherche fondamentale, afin qu'elle n'ait pas à souffrir de l'inflation.

Il faut augmenter les crédits budgétaires afin de maintenir l'activité moyenne de chaque universitaire en recherche orientée.

Il faut exercer un contrôle constant de l'évolution des problèmes et en dresser un bilan tous les quatre ou cinq ans.

V
Anthologie
de citations
sur la recherche
fondamentale

Durant l'étude, nous avons relevé des jugements intéressants aussi bien qu'irritants. En voici quelques-uns, afin de donner un échantillonnage des points de vues sur cette question controversée, et tout d'abord, quelques définitions données par les participants au séminaire :

«La recherche fondamentale est celle pour laquelle on ne peut établir le rapport avantages-coûts».

«La recherche fondamentale est celle qui m'intéresse; mais celle que je dois entreprendre est appliquée».

Remarques émises au cours de l'approche delphienne:

«À mon avis, cette liste ne se base sur aucune donnée scientifique actuelle; elle énumère les départements universitaires classiques, qui n'ont aucune raison d'exister en dehors de l'enseignement au premier cycle».

«Ces questionnaires me semblent bien puérils. Vraiment, où veut-on en venir? On gaspille l'encre et la salive, alors que nos gouvernants tergiversent et n'ont pas le courage d'agir comme ils en ont reçu mandat, par le peuple».

«Ce questionnaire ne révélera rien d'autre que les intérêts du groupe social interrogé».

Titres et citations révélateurs de l'attitude des scientifiques à l'étranger (tirés de publications parues en 1969-1970):

«Adieu à la recherche pure». Atomes, 1969.

«L'Académie des sciences de Roumanie assujettit la recherche fondamentale à la satisfaction des besoins actuels». Science, 1969.

«La recherche doit payer, et le gouvernement israélien veut que la science débouche sur des applications». Science News, 1969.

«Mao-Tsé-Toung nie la valeur et l'utilité de la recherche fondamentale; durant la révolution culturelle, il a fustigé les savants chinois pour avoir gaspillé les moyens dont ils disposaient pour des expériences absconses et vaines». New Scientist, 1970.

D'autres opinions sur la recherche fondamentale et ses spécialistes

«...On dit que les scientifiques ont exagéré l'utilité de la science...Pareille attitude me semble déplorable; il ne faudrait pas qu'elle se répande. Comment pourrait-on exagérer l'utilité de la science, qui constitue, en fait, le fondement de toute notre civilisation technique?» A. M. Clogston⁷³.

«Les scientifiques nous en font accroire quand ils justifient leur existence par leur utilité sociale. Depuis l'aube des temps, ils soutiennent cette demi-vérité. Archimède nous a induit en erreur comme les autres; il prétendait pouvoir être très utile aux forces armées et à l'économie de l'État; pourtant, quand on l'a tué, il faisait de la géométrie pure. C'était là ce qu'il aimait faire et c'est par elle qu'il a apporté sa contribution à la connaissance; mais il travestissait son véritable rôle quand il prétendait anéantir la flotte ennemie avec ses miroirs ardents et autres fariboles». D.J. de Solla Price⁵⁶.

«De nos jours, si un étudiant veut en savoir suffisamment pour exercer une profession libérale, il doit se spécialiser. Mais sa vision du monde devient alors courte et déformée: c'est le prix qu'il paie. Un bon spécialiste est trop souvent un piètre citoyen, un être humain médiocre». A. Toynbee⁴¹.

«Si je parcours la liste de toutes les personnes de ma connaissance qui ont reçu une formation en sciences physiques et naturelles en technologie ou en sciences sociales, et que je les compare...ceux qui ont eu une éducation dans les arts libéraux n'apparaissent pas à leur avantage. Ils ne sont ni plus adap-

tables, ni plus ouverts, ni plus lucides, ni plus humains, ni plus passionnants que leurs contemporains. Au contraire, ils sont plus souvent grognons avec leur entourage, arrogants, plus imbus d'eux-mêmes et fréquemment condescendants envers les praticiens». W.B.S. Trimble⁸².

«Si l'on additionnait tout l'argent consacré à la recherche fondamentale depuis le début des temps, la somme serait inférieure au budget annuel du Pentagone». A. Szent-Gyorgyi⁸³.

«Quand les savants discutent des mérites respectifs de la recherche fondamentale et de projets non scientifiques, les arguments en faveur de la première leur viennent facilement. Pourtant, quand ils se demandent tout bas si l'on doit préférer l'exploration de l'espace à la physique des particules de haute énergie, par exemple, l'attrait intellectuel d'un nouveau champ d'investigation scientifique hors de leur spécialité leur est aussi étranger qu'aux profanes». D.F. Hornig⁸⁴

Bibliographie

1. Sirluck, E. *Science Forum* 3(4) p. 26, 1970.
2. Voyer, R.D. *Science Forum* 2(5) p. 6, 1969.
3. Conseil des sciences du Canada. Rapport n° 4. Vers une politique nationale des sciences au Canada. Information Canada, 1968.
4. McFarlane, B.A. The chartered engineer. Chap. II. Thèse de doctorat, Université de Londres, 1961.
5. Ben-David, J. Fundamental research and the universities. OCDE, 1968.
6. National patterns of R & D resources 1953-1970. NSF 69-30, 1969.
7. Statistics of science and technology, 1968. Ministère britannique de l'Éducation et des Sciences. Londres, 1968.
8. Orr, J.L. Statistical data on industrial research and development in Canada. Ministère de l'Industrie, 1967.
9. Politiques nationales de la science: Canada. OCDE, Paris, 1969.
10. Ambassade de Suisse, Bulletin 9, n° 3, 1969.
11. Prévisions des ressources en effectifs et fonds nécessaires à la recherche pour la période 1968-1972. Comité de prévision du CNRC. 1969.
12. Thistle, M. The inner ring. Université de Toronto, 1966.
13. Jackson, R.W., D.W. Henderson et B. Leung. Études de base relatives à la politique scientifique. Étude spéciale n° 6, Conseil des sciences du Canada. Information Canada. 1969.
14. Conseil des sciences du Canada, Rapport n° 5. Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral. Information Canada, 1969.
15. Annuaire du Canada. Statistique Canada. Information Canada, 1969.
16. Conseil des sciences du Canada. Troisième rapport annuel, 1969.
17. Science in Canada: Selections from the speeches of E.W.R. Steacie. J.D. Babbitt, dir. de l'éd. crit. Université de Toronto, 1965.
18. NRC Review 67. Information Canada, 1967.
19. Annuaire du Canada. Statistique Canada. Information Canada, 1965.
20. Une politique scientifique canadienne. Rapport du Comité sénatorial de la politique scientifique. Vol. I: Une analyse critique. Le passé et le présent. Information Canada, 1970.
21. OCDE. Document de travail, DAS/SPR/68.24, 1969.
22. OCDE. Les politiques de la science: URSS 1969.
23. Polyani, M. *Minerva* 1, 54, 1962.
24. Kuhn, T.S. The structure of scientific revolutions. Université de Chicago. 1962.
25. Comptes rendus du Comité spécial de la politique scientifique, 13 février 1969, p. 4178.
26. A Commentary on Science Council Special Study No. 7, par le Conseil national de recherches, 17 juin 1969.
27. Science and society. N. Kaplan, dir. de l'éd. crit. Rand McNally, 1965.
28. Hagstrom, W.O. The scientific community. Basic, 1965.
29. Greenberg, D.S. The politics of pure science. New American Library, 1968.
30. Klaw, S. The new brahmins. Morrow, 1968.
31. Watson, James D. The double helix. Atheneum, 1968.
32. Weiss, P.A. *American Scientist*, 58, p. 156, 1970.
33. Tyas, J.P.I. et collaborateurs. L'information scientifique et technique au Canada. Étude spéciale n° 8 pour le Conseil des sciences, 1969-1970.
34. Conseil des sciences du Canada. Rapport n° 6. Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique. 1969.

35. de Solla Price, D.J. Little science, big science. Université Columbia, 1963.
36. de Solla Price, D.J. *Dans*: Comptes rendus de l'Académie israélienne des sciences et des arts, 4, p. 98, 1969.
37. Codification des Actes de l'Amérique du Nord britannique, de 1867 à 1965. Article 93. Information Canada, 1967.
38. Living and learning. Rapport du Comité provincial d'études des objectifs pédagogiques du système scolaire de l'Ontario. Ministère ontarien de l'Éducation, 1968.
39. Denny, B.C. Proceedings of trends in science policy. Centre de recherches Battelle de Seattle, 1969.
40. Westheimer, F.H. Basic research: its functions and its future. C & E News, 25 août, 1969.
41. Toynbee, A. *Dans* Campus 1980. A.E. Eurich, dir. de l'éd. crit. Dell, 1969.
42. Schiff, H.K. The decisive years. Vol. 7. Townley Publishing Co., 1969.
43. Chisholm, D. Allocution à une conférence de l'ACP, 1970.
44. Extrait des données établies en 1970 par F.J. Kelly and P.L. Bourgault pour le Conseil des sciences.
45. Rubin, L.J. Allocution à la Conférence de l'ICC-ACS, à Montréal, 1970.
46. Macdonald, J.B. et collaborateurs. Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes. Étude spéciale n° 7 pour le Conseil des sciences, 1969.
47. Kinzel, A.B. Man and his world. Université de Toronto, 1968.
48. Weinberg, A.M. Science, 167, 141, 1970.
49. Bueche, A.M. Basic research. its functions and its future. C & E News, 25 août, 1969.
50. Hill, K.M., L.G. Brookes and H. Hunt. Long-range planning. 1, 38, 1969.
51. Decision making in national science policy. Colloque de la Fondation Churchill, Londres, 1968.
52. Langrish, J. Science Journal, décembre 1969.
53. Weinberg, A.M. Reflections on big science, MIT, 1967.
54. Reisman, S.S. Déclaration au Comité sénatorial de la politique scientifique, 6 février 1969.
55. Johnson, H.G. *Dans* Basic research and national goals. Acad. des sciences des É.-U., 1965.
56. de Solla Price, D.J. Melbourne journal of politics, 1969.
57. Weiskopf, V.F. *Dans* C & E News, 12 janvier 1970.
58. La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses. Étude spéciale n° 4 pour le Conseil des sciences, 1967.
59. Lettre ouverte aux physiciens de la part du président du Conseil des sciences du Canada. La Physique au Canada, 26, n° 7, 1970.
60. Gibbons, M. Minerva 8, 180, 1970.
61. Friedrich, C. J. Man and his world. Université de Toronto, 1968.
62. Le Canada...leur pays. Conseil des sciences du Canada. Rapport n° 5, Information Canada. 1970.
63. Dedijer, S. *Dans* Science, 168, 344, 1970.
64. Déclaration de M. Olof Palme, Premier Ministre de Suède, 1969.
65. Technology: processes of assessment and choice. Académie des sciences des É.-U., 1969.
66. Goodman, P. Innovation. Juin 1969.
67. Herzberg, G. Bulletin du CNRC 2, n° 2, 1970.
68. Voir par exemple: The management of scientific talent. J.W. Blood, dir. de l'éd. crit. American Management Association, 1963; A. Iberall, Innovation n° 3, 34,

1969; C. Barnes, *Innovation* n° 7, 54, 1969.

69. Loi sur les arrangements fiscaux entre le Canada et les provinces, relative-
ment au partage d'impôts. Cette entente se termine en avril 1972.

70. Déclaration du Premier Ministre du Canada à la Conférence fédérale-
provinciale du 24 octobre, 1966.

71. Déclaration du Premier Ministre de la Province de Québec, le 24 octobre
1966.

72. Bachynski, M.P. *Dans Science Forum* 2, n° 5, 1969.

73. Criteria for federal support of science. Académie des sciences des É.-U., 1969.

74. Byatt, I.C.R. et A.V. Cohen. An attempt to quantify the economic benefits
of scientific research. Étude n° 4 sur la politique des sciences. Secrétariat à l'éducation
et aux sciences, 1969.

75. Sherwin, C.W. et R.S. Isenson. First Interim Report on Project Hindsight
(abrégé), AD642400, CFSTI, Secrétariat au Commerce des É.-U., 1966.

76. Technology in retrospect and critical events in Science. TRACES, NSF-C535,
Institut de technologie, 1968.

77. Schultze, C.L. The politics and economics of public spending. Institut
Brookings, 1968.

78. Schneider, W.G. *Dans Canada 2000 A.D.* Gaby Productions, 1969.

79. Canadian Medical Research Survey and Outlook. Rapport n° 2 du CRM, 1968.

80. Feynman, R. The character of physical law. MIT Press, 1967, tel que cité dans
Science policy and the university, Institut Brookings, 1968.

81. OCDE. Documents de travail DAS/SPR/79.19, 1969, et DAS/SPR/70.6, 1970.

82. Trimble, W.B.S., University and College, septembre 1970.

83. Szent-Gyorgyi, A., Bulletin of the Atomic Scientists, décembre 1969.

84. Hornig, D.F., Chemical and Engineering News, août 1969.

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)

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: 1^{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)

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 (SS31-1/1, \$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, Chapitre 1, Chapitre 2
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 G. 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**, 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)