

BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT
LIBRARY OF PARLIAMENT



3 2354 00508 207 1

J Canada. Parlement.
103 Sénat. Comité spécial
H72 de la politique scienti-
1970/72 fique.

P6 DATE Une politique scienti-
A12 fique canadienne.
v.2

AUG 9 1984

AUG 0 6 1985

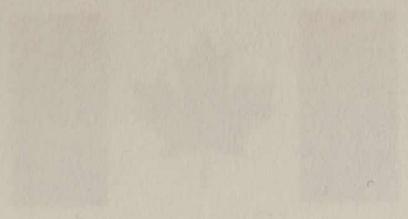
Date Loaned

AUG 9 1984

AUG 0 6 1985

CAT. NO. 1138

5
103
H12
1970/72
P6
A12
V.2



REVUE
POLITIQUE SCIENTIFIQUE
CANADIENNE

REVUE DE LA SOCIÉTÉ CANADIENNE DE SCIENCE POLITIQUE

VOLUME 10, NO. 1, 1975



UNE POLITIQUE SCIENTIFIQUE CANADIENNE

Rapport du Comité sénatorial
de la politique scientifique

Président: L'honorable Maurice Lamontagne, C.P.

Volume 2

OBJECTIFS ET STRATÉGIES POUR LES ANNÉES 1970

LIBRARY OF PARLIAMENT
CANADA

MAR 15 1972

BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT



UNE POLITIQUE SCIENTIFIQUE CANADIENNE

Rapport du Comité sénatorial
de la politique scientifique

Président: Honorable Murray L. L'Amour, C.M.P.

Éditions de la Commission sénatoriale
de la politique scientifique, Ottawa, 1970

1970

1970

1970

VOLUME 2

OBJECTIFS ET STRATÉGIES POUR LES ANNÉES 1970

1970

1970

1970

1970

UNE POLITIQUE SCIENTIFIQUE CANADIENNE

© Droits de la Couronne réservés
En vente chez Information Canada à Ottawa,
et dans les librairies d'Information Canada:

HALIFAX
1735, rue Barrington

MONTRÉAL
1182 ouest, rue Ste-Catherine

OTTAWA
171, rue Slater

TORONTO
221, rue Yonge

WINNIPEG
393, avenue Portage

VANCOUVER
657, rue Granville

ou chez votre libraire.

Prix \$3.00

N° de catalogue YC-282/1-02

Prix sujet à changement sans avis préalable

Information Canada
Ottawa, 1972



TABLE DES MATIÈRES

UNE POLITIQUE SCIENTIFIQUE CANADIENNE

Rapport du Comité sénatorial
de la politique scientifique

Président: L'honorable Maurice Lamontagne, C.P.

Volume 2

OBJECTIFS ET STRATÉGIES POUR LES ANNÉES 1970



UNE
POLITIQUE SCIENTIFIQUE
CANADIENNE

MEMBRES DU COMITÉ

Comité spécial de la politique scientifique

Président: L'honorable Maurice LAMONTAGNE (Québec)

Vice-président: L'honorable Donald CAMERON (Alberta)

et les honorables sénateurs:*

John B. AIRD (Ontario)	Daniel A. LANG (Ontario)
Rhéal BÉLISLE (Ontario)	Fred A. McGRAND (Nouveau-Brunswick)
Fred M. BLOIS (Nouvelle-Écosse)	John NICHOL (Colombie-Britannique)
Maurice BOURGET (Québec)	M. Grattan O'LEARY (Ontario)
Chesley W. CARTER (Terre-Neuve)	Orville H. PHILLIPS (Île-du-Prince-Édouard)
Paul DESRUISSEAUX (Québec)	Joseph A. SULLIVAN (Ontario)
Louis de G. GIGUÈRE (Québec)	Andrew THOMPSON (Ontario)
Allister GROSART (Ontario)	Paul YUZYK (Manitoba)
J. Campbell HAIG (Manitoba)	
Harry HAYS (Alberta)	
Mary E. KINNEAR (Ontario)	

Quorum: 8

MEMBRES DU COMITÉ DIRECTEUR

Les honorables sénateurs

Donald CAMERON	Maurice LAMONTAGNE
Allister GROSART, président	Andrew THOMPSON

*Les sénateurs suivants ont aussi participé au Comité: l'honorable Hazen ARGUE (remplacé le 9 septembre 1969); l'honorable T. D'Arcy LEONARD (retiré du Sénat le 4 avril 1970); l'honorable Norman A. M. MacKENZIE (retiré du Sénat le 5 janvier 1969); l'honorable M. Wallace McCUTCHEON (retiré du Sénat le 5 mai 1968); l'honorable Hédard ROBICHAUD (retiré du Sénat le 8 octobre 1971).

TABLE DES MATIÈRES

Volume 2. Objectifs et stratégies pour les années 1970

	PAGE
Avant-propos.....	351
Chapitre 11. DÉFIS ET PARIS DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE.....	359
La révolution scientifique et technologique.....	361
La science et la technologie au service de l'homme.....	363
La technologie ennemie de l'homme.....	370
Les dilemmes de la science et de la technologie.....	380
La technologie et les Canadiens.....	383
La technologie, la croissance économique et les difficultés de l'humanité....	384
Conclusion.....	389
Chapitre 12. LES FONDEMENTS D'UNE POLITIQUE SCIENTIFIQUE: OBJECTIFS ET CARACTÉRISTIQUES DES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES	399
Objectifs nationaux et politique scientifique.....	400
Objectifs particuliers et secteurs d'activité scientifique.....	401
1. L'enrichissement culturel.....	401
2. L'apport à l'économie et au bien-être public.....	402
3. Un équilibre des effectifs scientifiques.....	404
4. Les services auxiliaires.....	405
5. Un système national d'information.....	405
6. L'évaluation de la technologie.....	406
7. Un climat politique favorable à l'innovation.....	406
Caractéristiques des travaux de R-D.....	406
Caractéristiques générales.....	409
Caractéristiques particulières.....	412
1. La recherche fondamentale.....	412
2. La R-D industrielle.....	418
3. La R-D sociale.....	427
Conclusion.....	427
Appendice 1.....	430

	PAGE
Chapitre 13. GRANDES ORIENTATIONS ET OBJECTIFS D'UNE POLITIQUE SCIENTIFIQUE POUR LES ANNÉES 1970.....	435
L'étude du futur.....	436
L'effort national de R-D: Objectif à atteindre dans les années 1970.....	440
Un réseau canadien d'information.....	441
Le budget global de R-D: Objectifs généraux.....	445
Chapitre 14. OBJECTIFS ET STRATÉGIES DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE.....	459
La recherche fondamentale et appliquée.....	461
Les Einsteins et «les sciences ordinaires».....	463
Une commission et des fondations canadiennes de recherche.....	465
Le budget de recherche fondamentale: objectif de 1980.....	473
La stratégie actuelle de la recherche fondamentale libre.....	478
Nécessité d'une stratégie axée davantage sur la qualité.....	479
1. Milieux de recherche.....	482
2. Choix des candidats et modalités d'aide de l'État.....	483
3. Priorités.....	488
La recherche fondamentale orientée.....	498
Conclusion.....	504
Appendice 1.....	509
Chapitre 15. L'INNOVATION INDUSTRIELLE: LES OBJECTIFS ET L'ENVIRONNEMENT PRIVÉ.....	517
Innovation technologique et croissance économique.....	525
R-D et croissance industrielles.....	528
Objectif de la R-D industrielle.....	531
L'environnement privé au Canada.....	541
1. Industries manufacturières secondaires.....	542
2. Industries manufacturières primaires et industries fondées sur les ressources.....	551
3. La mobilité de la main-d'œuvre et les mouvements ouvriers.....	555
4. La disponibilité du capital privé.....	558
5. Le marché des scientifiques et des ingénieurs qualifiés.....	561
6. La gestion de la R-D et de l'innovation industrielles.....	566
Conclusion.....	573
Chapitre 16. L'INFLUENCE DU GOUVERNEMENT SUR LES INNOVATIONS INDUSTRIELLES.....	577
Une nouvelle politique nationale.....	578
Le climat propice aux initiatives publiques.....	583
1. Politique du commerce et des tarifs.....	587
2. Politique fiscale et monétaire.....	589
3. Politique de la propriété étrangère.....	590

	PAGE
4. Politique des approvisionnements.....	596
5. Politique de la concurrence.....	597
6. Politique des normes.....	601
7. Politique des relations industrielles et de la main-d'œuvre.....	602
8. Politique des brevets.....	605
9. Politique de l'expansion régionale.....	607
10. Politique de la pollution.....	607
Conclusion.....	610
Chapitre 17. L'INNOVATION INDUSTRIELLE ET L'AIDE DIRECTE DE L'ÉTAT.....	615
Éléments de stratégie.....	616
Aide financière directe.....	622
1. Programmes actuels de subventions.....	623
2. L'esthétique industrielle.....	626
3. Nouveaux programmes d'aide.....	629
Services d'État.....	631
1. Activités gouvernementales de R—D industrielle <i>intra-muros</i>	631
2. Communication des connaissances, information et prévision technologiques.....	644
3. Effectifs scientifiques et technologiques.....	648
Conclusion.....	650
Chapitre 18. RÉSUMÉ ET CONCLUSION.....	655

L'index paraîtra à la fin du dernier volume.

AVANT-PROPOS

En décembre 1970, le Comité sénatorial de la politique scientifique publiait le premier volume de son Rapport sous le titre: *Une politique scientifique canadienne. Une Analyse critique: le passé et le présent*. C'est en ces termes que le Comité en faisait mention: «L'étude offre trois perspectives. La première est d'ordre historique; elle trace l'évolution de la politique scientifique au Canada et elle souligne à dessein les défauts qui marquent différentes époques depuis 1916. La deuxième a un caractère international; elle cherche à faire ressortir comment l'effort scientifique canadien et ses principales manifestations se comparent aux réalisations d'autres pays de l'OCDE, ce qui met à découvert certaines faiblesses de la participation canadienne à la course scientifique et technologique internationale. La troisième perspective est de nature actuelle et nationale; elle résume les critiques et les principales suggestions que les représentants canadiens des secteurs public et privé ont faites au Comité.»¹

Même si ce premier tome ne renfermait qu'une recommandation particulière, il a soulevé au pays et à l'étranger un intérêt considérable. Nous avons reçu plusieurs centaines de commentaires individuels et collectifs, la plupart favorables et offrant des idées constructives. Quelques-uns d'entre eux provenant surtout du secteur universitaire des sciences pures ont critiqué notre travail en des termes violents et souvent passionnés.

Notre analyse a également fait l'objet d'un débat à la Chambre haute. La plupart des sénateurs qui y ont participé étaient membres de notre Comité; ils se sont attachés à traiter des questions que les critiques avaient soulevées; dans un tiré à part du *Hansard* du Sénat, on a rassemblé leurs interventions

sous le titre: *Une politique scientifique: examen du 1^{er} volume du Rapport du Comité sénatorial spécial.*²

Certains commentateurs ont déclaré que nous avons été trop sévères à l'égard des efforts qu'on avait tentés pour nous doter d'une politique scientifique. Le Comité prétend que son Rapport n'a guère été plus rigoureux que la plupart des études qui ont porté sur la politique scientifique du Canada. Même l'OCDE (Organisation pour la coopération et le développement économique) dont la diplomatie et la sagesse sont bien connues, a recours à un langage énergique dans sa dernière analyse de la politique scientifique du Canada.³ En voici quelques exemples:

... le gouvernement fédéral paraît avoir élargi et consolidé ses propres activités de recherche et de développement pendant la décennie 1950-1960, au lieu de stimuler celles des centres de recherche non gouvernementaux.⁴

Les estimations budgétaires de certains services de grande importance pour l'avenir de la science canadienne ont pu être examinées et transmises par le Conseil du Trésor sans que des avis aient été formulés par les administrations centrales de la politique scientifique nationale.⁵

Et ailleurs:

L'observateur de la politique scientifique canadienne actuelle éprouve, à maintes reprises, le sentiment d'avoir à analyser une réalité extrêmement mouvante et imprécise: de nouvelles structures apparaissent, dont la nature et les fonctions ne peuvent toujours être discernées avec précision, tandis que subsistent des témoignages d'une époque antérieure.⁶

Le rapport de l'OCDE mentionne également en passant les réactions de la collectivité scientifique canadienne à une analyse antérieure, celle de la Commission Glassco:

Dès leur publication, les conclusions de la Commission Glassco allaient susciter de très vives protestations des milieux scientifiques et des organismes fédéraux dont l'impartialité était mise en doute. Beaucoup reconnaissaient le bien-fondé des critiques formulées par la Commission, mais la plupart d'entre eux s'élevaient contre ses recommandations.⁷

Bref, voilà pourquoi notre Comité ne croit pas avoir été le seul à tenir ce langage, et certains scientifiques qui ont été l'objet de critiques ont réagi d'une façon assez semblable à celle de leurs prédécesseurs. Nous ne voulons pas nous attarder plus longtemps à discuter du 1^{er} volume; nous préférons consacrer nos énergies à la phase positive de reconstruction qui constituera la substance de la deuxième tranche de notre rapport.

Le dernier chapitre du premier tome servait de transition entre notre analyse critique et les recommandations positives; nous y cherchions à justifier «le besoin d'une politique scientifique générale». Le Comité a trouvé un appui non équivoque de sa démonstration, s'il lui en fallait un, dans l'une des principales conclusions d'une récente étude sur les politiques scientifiques de 29 pays d'Europe menée sous les auspices de l'UNESCO:

Dans presque tous les cas, il faut constater une importante évolution du concept de politique scientifique nationale, qui n'est plus confondu avec l'existence plus ou moins spontanée d'une activité scientifique dans les différentes institutions nationales de recherche et d'enseignement, même si cette activité est très développée. Il devient de plus en plus clair que la nécessité d'avoir une «politique nationale» volontariste concernant à la fois la R et D et l'innovation technologique est dorénavant inéluctable. De plus, les différentes conceptions et méthodes modernes d'étude, d'organisation et de management, qui interviennent de plus en plus dans les divers domaines d'activité de la société contemporaine, doivent évidemment être aussi introduites dans le domaine de la R et D, en assurant ainsi une approche scientifique de ses problèmes divers et complexes. En fait, on en vient à considérer l'ensemble des institutions de politique scientifique et de R et D d'un pays, les chercheurs et leurs moyens de travail, comme un «système» au sens que donnent à ce mot les informaticiens et les spécialistes de la programmation dynamique.⁸

Nous avons relevé ailleurs des points de vue fort rapprochés de ceux de notre Comité. Nous avons souligné, dans ce chapitre de transition, deux aspects importants du problème. Premièrement, la nécessité d'une politique scientifique générale qui viendrait corriger les effets de l'approche décentralisée et imprécise qu'a adoptée le Canada: «Il faut souligner de nouveau que le rôle de cette politique scientifique, comme dans le cas d'une politique macro-économique, ne consiste pas à remplacer des politiques spécifiques, mais à leur fournir un cadre fondamental, des lignes de conduite générales et des critères qui en assurent l'efficacité.»⁹

Deuxièmement, le Comité favorisait la mise sur pied d'une «deuxième génération de politique scientifique» centrée sur les besoins collectifs de la société, en contraste avec la première génération qui avait surtout en vue des objectifs militaires et économiques. Nous avons fait voir la carence de R - D dans des domaines tels que l'éducation, la vie urbaine, la pauvreté, la santé, la pollution, les effets négatifs de la technologie, les loisirs et «le manque d'adaptation de l'homme à un milieu technologique et social en évolution constante et rapide». Voici la conclusion à laquelle nous en arrivons: «Il faudra que 'la deuxième génération de politique scientifique' tienne compte de tous ces problèmes.»¹⁰

En avril 1971, l'OCDE publiait le rapport d'un groupe spécial de travail présidé par le D^r Harvey Brooks, de l'université Harvard, et composé de huit membres à plein temps ainsi que de deux membres associés, y compris le D^r Alexander King, directeur général des Affaires scientifiques à l'OCDE, tous experts de réputation internationale dans le domaine de la politique scientifique.¹¹ Cette équipe d'hommes éminents a souligné en particulier les deux points que nous venons de mentionner et qui constituaient le thème principal du dernier chapitre de notre premier volume. En décembre 1970, lorsque parut notre étude, le concept d'une politique scientifique de caractère global et complémentaire était loin d'être généralement accepté. Néanmoins, l'équipe de l'OCDE décrit et rejette le système pluraliste ou le micro-système à peu près dans les mêmes termes que nous l'avions fait:

Dans la conception pluraliste à l'état pur, les ressources sont affectées à chaque secteur de la politique gouvernementale—par exemple, défense nationale, santé, agriculture, transports, logement, action nationale—, et le niveau approprié de la R-D pour chaque secteur est alors déterminé en concurrence avec les dépenses en capital et les dépenses de fonctionnement du même domaine. La politique de la science globale est la somme des politiques établies en première approximation, de manière indépendante, pour chaque secteur.¹²

(Le Comité sénatorial, dans le premier volume de son Rapport, déclare que «la politique scientifique nationale (est) réduite à la simple somme des programmes reliés aux différents secteurs».¹³ et que «ces défauts sont surtout imputables . . . au fait que l'État s'en est remis exclusivement à une série de décisions particulières et isolées, sans avoir une vue d'ensemble de ce qui s'accomplissait, ni une tactique globale embrassant ce qui restait à accomplir.»¹⁴)

Et le Groupe de l'OCDE conclut:

Il nous a paru nécessaire de traiter assez longuement cette question, parce que nous avons constaté que de nombreux pays étaient portés à considérer les modèles centralisés et pluralistes comme des solutions s'excluant mutuellement, et qu'ils s'interrogeaient sur le choix à opérer pour leurs propres structures. Nous considérons qu'un choix en termes de tout ou rien n'est pas souhaitable.¹⁵

(Notre Comité affirmait: «L'une des responsabilités primordiales de l'État à l'époque de la révolution scientifique consiste à garantir que la société tire, à meilleur compte possible, le maximum d'avantages de la science et de la technologie. A cette fin le gouvernement doit compter non seulement sur les politiques scientifiques sectorielles, telles que la santé, le transport, l'énergie, l'agriculture, mais également sur une approche macroscopique que seule une

politique scientifique globale cohérente peut apporter. Ces deux approches doivent se compléter l'une l'autre.»¹⁶⁾

Le Groupe spécial traite lui aussi du deuxième point que nous soulevions, soit la nécessité d'une deuxième génération de politique scientifique:

La diversification des aspirations collectives et leur intensification figurent parmi les conséquences les plus durables et les plus profondes de la croissance économique. La satisfaction de ces besoins collectifs occupera de plus en plus l'attention de la société au cours des années 70 et au-delà, et représentera de ce fait une dimension de plus en plus essentielle des politiques de la science.¹⁷⁾

(Nous écrivions: «Pourtant, à mesure que nous nous efforcerons de mieux aligner notre effort de R – D sur l'objectif national de la croissance économique, il nous faudra également préparer 'une deuxième génération de politique scientifique'. Elle sera centrée, selon l'expression de Lewis Mumford, 'sur une vie heureuse plutôt que copieuse'. Nous ne pouvons consacrer toute la prochaine décennie à nous préoccuper du progrès de la science fondamentale et de la technologie industrielle. Il nous faut également organiser notre effort scientifique national de façon qu'il contribue pleinement à la solution de problèmes sociaux qui menacent de détruire notre société.»¹⁸⁾

Sur bien des détails le rapport préparé pour l'OCDE par le Groupe international d'experts en politique scientifique adopte des attitudes fort rapprochées des lignes de conduite suivies antérieurement ou actuellement au Canada. Cela ne nous donne pas raison; pourtant, face aux critiques qui nous sont venues de certains secteurs de la République canadienne des sciences, cette corroboration des positions que nous avons prises nous assure jusqu'à un certain point que nos interprétations n'ont pas été si fausses et maladroites et elle nous encourage à soumettre les avis qui vont suivre.

Comme nous l'avons dit lorsque nous avons donné un aperçu du présent volume au premier chapitre de notre premier tome une bonne partie du travail nécessaire à la deuxième tranche de notre rapport a été accomplie avant ou en même temps que la rédaction de la première. Le Comité voulait ainsi s'assurer qu'il avait des propositions constructives à faire avant de se permettre de critiquer publiquement l'expérience passée et présente de notre pays.

Le deuxième volume du rapport porte en sous-titre *Objectifs et stratégies pour les années 1970*. Il n'expose que les fondements et le cadre d'une politique globale de la science, ainsi que les objectifs et les stratégies applicables à la recherche fondamentale et à la recherche industrielle sur le plan du développement et de l'innovation. Il concerne essentiellement ce que nous avons appelé la «politique scientifique de deuxième génération». Dans le premier

volume du rapport, le Comité notait que le Canada avait échoué à cet égard et ajoutait:

Il nous faut une politique scientifique générale et une stratégie globale qui nous permettent de corriger la situation. De fait, peut-être plus que jamais auparavant, nous aurons à susciter un climat technologique qui favorisera le progrès du secteur de la production.¹⁹

Le deuxième volume du rapport est effectivement une tentative en vue de remédier à cette situation. Il occupe une place à part. Il indique l'ampleur que doit avoir cette politique scientifique de la première génération pour atteindre ses objectifs. Il renferme, en outre, plusieurs suggestions et recommandations qui, à notre avis, méritent d'être étudiées séparément et d'urgence, car elles impliquent un changement radical de l'effort que le Canada consacre à la science, à la technologie et à l'innovation, tant dans l'intensité que dans l'orientation de cet effort. Il va de soi que les réactions que susciteront ces propos, le degré d'acceptation ou de résistance qu'ils connaîtront influenceront sur les plans de réorganisation des institutions gouvernementales que nous soumettrons incessamment.

Le Comité présentera ensuite au Sénat un rapport sur les objectifs et les stratégies d'une «politique scientifique de la deuxième génération». Nous aborderons le vaste domaine des innovations sociales qui sont appelées à répondre aux besoins et aux problèmes collectifs tels que: santé, pollution, éducation, vie urbaine, ainsi que celui des programmes de recherche appliquée et de développement nécessaires pour améliorer le processus d'innovation sociale. La politique scientifique, pour récente qu'elle soit, n'en est pas moins un domaine très important, qui mérite d'être étudié et discuté séparément.

Le Comité traitera également de la réorganisation des institutions gouvernementales et des responsabilités, tant spécifiques que globales, de ces institutions dans la définition d'une politique scientifique et dans sa mise en œuvre.

Le Comité estime qu'il vaut mieux séparer les considérations sur les objectifs et les stratégies de l'examen des changements nécessaires dans les mécanismes administratifs et dans la machine gouvernementale. On est souvent tenté de transformer une organisation et de créer de nouveaux organismes dans l'espoir de résoudre des problèmes d'ordre politique. Toutefois, cette façon de procéder est parfois plus facile qu'utile. Le Premier ministre soulignait ce danger lorsque, dans son discours sur le projet de loi d'organisation gouvernementale, il citait Petronius Arbitr:

Nous nous entraînions ferme, mais chaque fois que nous commençons à former une bonne équipe, il fallait que nous soyons réorganisés. Je devais apprendre que plus tard dans la vie nous avons tendance à aborder toute nouvelle situation en nous réorganisant, et cela peut être une façon admirable de créer l'illusion du progrès.²⁰

Le Comité est d'avis que le gouvernement canadien ne devrait pas précipiter les modifications d'ordre structurel ni entreprendre de façon improvisée la création de nouveaux organes de politique scientifique sans avoir étudié et déterminé au préalable les objectifs généraux à atteindre et les stratégies à suivre. Il existe une raison évidente pour laquelle la réorganisation ne devrait se faire qu'après cet examen: c'est qu'il faudrait que les institutions et les rouages administratifs qui les relient soient particulièrement conçus pour répondre aux objectifs et pour mettre en œuvre les stratégies générales qu'on aurait retenus. Il serait sans doute futile, voire inopportun de ne pas suivre cet ordre logique et chronologique. En particulier dans le secteur public, les institutions ont une capacité de survie remarquable; une fois au monde, il n'est pas facile de les faire disparaître ou de les modifier. Ainsi, le Comité insiste pour qu'on retarde toute réforme de structure importante touchant la science, la technologie et l'innovation jusqu'au moment où les groupes de spécialistes directement intéressés auront eu l'occasion de répondre aux recommandations principales que renferme le présent volume et que le gouvernement lui-même aura eu le temps de décider s'il va les accepter ou les rejeter.

Le Comité compte bien que cette deuxième tranche du Rapport provoquera un débat au moins aussi intense que la première. Toutefois, il espère que la discussion ne restera pas stérile et qu'elle permettra une orientation nouvelle et profonde des objectifs et des stratégies d'ensemble de l'effort scientifique du Canada. De pareilles tentatives ont échoué dans le passé. Notre rapport fournit une autre occasion qui pourrait être la dernière de cette décennie; si nous la manquons, les Canadiens pourraient constater dans les années 1980 qu'il sera trop tard pour effectuer les rajustements de base dont nous avons déjà aujourd'hui un besoin urgent.

Notre pays peut être parmi les premiers du monde à établir les fondements solides d'une politique scientifique cohérente. Le Comité a bon espoir que les Canadiens, notamment les gouvernements et la collectivité spécialisée du monde de la science et de la technologie, vont s'attaquer à ce défi d'une manière positive et qu'ils n'hésiteront pas à innover dans les secteurs où les stratégies et les traditions sont tombées en désuétude.

NOTES ET RENVOIS

1. Le Comité sénatorial de la politique scientifique, *Une politique scientifique canadienne; une analyse critique: le passé et le présent*, Ottawa 1970, pp. 15 et 16.
2. Publié par l'Imprimeur national, n° 95218.
3. OCDE, *Examens des politiques scientifiques nationales*, Canada, n° 26,223, Paris, 1969.
4. Ibid., p. 48.
5. Ibid., p. 54.
6. Ibid., p. 84.
7. Ibid., p. 67.
8. UNESCO, *Politiques scientifiques nationales en Europe*, Études et documents de politique scientifique, n° 17, 1970, p. 28.
9. *Une politique scientifique canadienne*, op. cit., p. 302.
10. Ibid., pp. 304-305.
11. OCDE, *Science, Croissance et Société: Une perspective nouvelle*, Rapport du Groupe spécial du Secrétaire général sur les nouveaux concepts des politiques de la science, Paris, avril 1971, p. 73.
12. Ibid., p. 66.
13. *Une politique scientifique canadienne*, op. cit., p. 198.
14. Ibid., pp. 295-296.
15. OCDE, *Science, Croissance et Société*, op. cit., p. 75.
16. *Une politique scientifique canadienne*, op. cit., p. 303.
17. OCDE, *Science, Croissance et Société*, op. cit., p. 65.
18. *Une politique scientifique canadienne*, op. cit., p. 304.
19. Ibid.
20. *Débats*, Chambre des communes, 27 fév. 1969, p. 6017.

11

DÉFIS ET PARIS DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE

La façon dont le peuple canadien et ses institutions vont réagir devant les espoirs et les dangers que font naître la science et la technologie déterminera en grande partie le niveau et la qualité de vie de notre pays. Au surplus, étant donné que l'argent consacré à la recherche et au développement provient surtout de fonds publics votés par le Parlement, l'avenir du Canada dépend largement de l'efficacité que les organes gouvernementaux mettront à établir une stratégie et les mécanismes chargés de répartir ces fonds.

C'est une conviction que le comité sénatorial de la politique scientifique a vu constamment s'affermir au cours des audiences qu'il a tenues ainsi que des multiples discussions particulières et collectives qu'il a eues ces dernières années. C'est, au reste, la même opinion que nous avons recueillie dans chacun des huit pays que nous avons visités. Il est manifeste qu'aujourd'hui tous les gouvernements, au moins dans les pays les plus évolués, accordent une priorité élevée aux dépenses consacrées à la science, à la technologie et à l'innovation.

Les témoignages entendus ont vite persuadé le Comité que la science et la technologie exercent un impact considérable sur pratiquement toutes les conjonctures, les activités et les attitudes contemporaines, à partir des relations internationales jusqu'aux innovations industrielles et à l'agitation étudiante. Ainsi, la politique scientifique, qui empiète de fait sur à peu près toutes les initiatives de l'État, constitue l'une des pièces centrales et vitales des programmes d'action gouvernementale.

En effet, depuis au moins vingt-cinq ans, des hommes politiques, des scientifiques, des historiens et des philosophes éminents de tous les pays du

monde ont indiqué les domaines multiples où la science et la technologie peuvent contribuer à améliorer le bien-être, la sécurité et le progrès personnel des citoyens d'une nation. En même temps, les applications qu'on peut en faire inquiètent profondément la population de l'univers. L'augmentation rapide du coût du matériel que requiert la recherche scientifique (par ex. les installations nécessaires à la recherche atomique), certains aboutissements délétères (par ex. la pollution) et les difficultés gigantesques qui accompagnent les phénomènes de l'abondance et de l'urbanisation (par ex. la destruction des rejets), qui sont tous des effets indirects du recours à la technologie, constituent une source de préoccupation. La politique scientifique d'un gouvernement doit donc se plier aux paris et aux défis qu'apportent la science et la technologie.

Le présent chapitre constitue une introduction en même temps qu'une explication de caractère général ayant pour objet de mieux faire voir au public l'importance vitale qu'ont la science et la technologie à l'égard de l'avenir des Canadiens et de l'humanité tout entière. Loin de prétendre à l'originalité, il vise plutôt à donner un aperçu des mutations scientifiques et techniques ainsi que de leurs incidences économiques et sociales telles que les comprennent et les entrevoient certains experts réputés. A noter ici que souvent les spécialistes ont des vues fort divergentes sur ces nouveaux problèmes; témoin les dangers de radiation des réacteurs nucléaires. Dans les domaines reliés à la politique scientifique, on a vu que l'opinion des experts va de l'hystérie à la plus complète indifférence. Ainsi, il ne faudrait pas que les disputes qu'ils ont entre eux entraînent l'abandon d'un projet jusqu'à ce qu'ils s'entendent, car, bien sûr, il serait alors trop tard pour arriver à une solution. L'État devra plutôt établir un système de confrontation, tout comme à l'intérieur du régime judiciaire où l'on peut entendre les avis opposés des parties, y compris les groupes intéressés à la cause. Le processus devrait se dérouler le plus possible sous les yeux du public qui lui-même directement ou par ses représentants devrait être en mesure de participer à son déroulement. Nous reviendrons plus longuement sur ce dernier point au cours de notre rapport.

Nous ne dissimulons pas qu'il s'agit d'un exposé assez complet des servitudes et de la grandeur de notre époque. Certains croiront que nous avons insisté sur les dangers plus que sur les ressources. Cela se peut. Nous répondrons qu'il faut bien évaluer et parer les risques si nous voulons mieux réaliser les possibilités. Cependant, notre Comité sait qu'on ne réussira à établir une politique scientifique nationale que dans un cadre scientifique, technologique et géographique qui s'étend chaque jour davantage.

LA RÉVOLUTION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

Les peuples évolués connaissent aujourd'hui une ère qui remonte à la Renaissance à laquelle un nombre grandissant d'historiens donnent le nom de révolution scientifique.¹ C'est le vingtième siècle qu'elle a le plus touché. Ces derniers temps, nous nous rendons compte que, grâce au progrès continu de la science et de la technologie, nous vivons en réalité à un âge de révolution scientifique permanente où notre compréhension du passé et nos prévisions de l'avenir sont en perpétuelle et rapide mutation.

Cette révolution a commencé au cours de la période de progrès scientifique qui s'étend de l'an 1500 à 1700. Bien des historiens pensent, avec le professeur Herbert Butterfield, que, dans le monde occidental, la révolution scientifique «rejette dans l'ombre tout ce qui s'est passé depuis l'avènement du Christianisme et fait de la Renaissance et de la Réforme de simples épisodes.»²

L'un des traits particuliers du monde de la révolution scientifique, fort reconnaissable de nos jours, est la croyance que l'homme peut utiliser les sciences pour dompter la nature et l'exploiter à ses propres fins. Francis Bacon (1561-1626), dont les vues marquent encore notre attitude à l'égard du savoir, n'a pas été le premier à préconiser cette approche, mais il en a été le protagoniste le plus éloquent et le plus convaincant en Europe. Selon Bacon, la nouvelle science et la nouvelle technologie devaient progresser ensemble au service de l'homme:

. . . Il ne faut point la rechercher [la science] comme une sorte de passe-temps, ou comme un sujet propre à la dispute, ou pour mépriser les autres, ou en vue de son propre intérêt, ou pour tout autre motif de cette espèce, mais pour se rendre utile et pour l'appliquer aux usages de la vie. . . .³

Bacon a exercé une influence fort considérable sur les membres de la Société royale fondée à Londres en 1660. On a estimé qu'au cours des trente premières années de son existence, près de soixante pour cent des problèmes que cette académie a abordés étaient inspirés par les besoins pratiques d'utilité publique; le reste relevait de la science pure.⁴

L'influence de Bacon transparait également dans les écrits de René Descartes (1596-1650), l'un des plus grands savants et des plus grands philosophes de la révolution scientifique:

. . . il est possible de parvenir à des connaissances qui soient fort utiles à la vie, et qu'au lieu de cette philosophie spéculative qu'on enseigne dans les écoles, on en peut trouver une pratique, par laquelle connaissant la force et les actions du feu, de l'eau, de l'air, des astres, des cieux et de tous les autres corps qui nous environnent, aussi distinctement que nous connaissons les

divers métiers de nos artisans, nous les pourrions employer en même façon à tous les usages auxquels ils sont propres, et ainsi nous rendre comme maîtres et possesseurs de toute la nature.⁵

De leur côté, la grande majorité des sociétés scientifiques, des savants et des autres penseurs ont accepté et amplifié la conception baconiste de la science et de la technologie au cours des trois siècles d'expansion rapide de la révolution scientifique à travers le monde occidental. Dans les pays qui ont subi cette révolution, la science s'est répandue plus vite que toute autre activité humaine,⁶ si bien qu'aujourd'hui on peut décrire la situation en termes tout à fait saisissants:

- Sur huit savants de tous les âges du monde entier, sept vivent de nos jours.
- Les dépenses totales de R-D (publiques et privées) aux États-Unis atteignaient environ \$25 milliards en 1968 et elles augmentent au rythme d'à peu près un milliard ou de quatre pour cent par année. En 1940, ce chiffre était inférieur à un quart de milliard. Le montant annuel dépasse aujourd'hui la somme des dépenses fédérales consacrées à des fins scientifiques depuis la guerre de la Révolution jusqu'à la deuxième Guerre mondiale.⁷

Au Canada, les dépenses de R – D ont augmenté en moyenne de quinze pour cent par année de 1940 à 1967, soit d'environ \$20 millions à \$800 millions par année.⁸ Si les tendances actuelles persistent, ces dépenses pourraient atteindre les \$4 milliards en 1980.

Jusqu'à tout récemment, la révolution scientifique et technologique s'est cantonnée dans les pays de l'Ouest. Par exemple, lorsqu'il commente l'influence qu'elle a exercée sur les pays évolués, Michael Harrington affirme que «l'Occident moderne s'est doté d'une culture distincte des autres grâce à son action faustienne sur la matière et à son ambition acharnée de refaire le monde. Dans l'espace de quelques siècles, ce dynamisme a produit une civilisation industrielle et un niveau de vie qui sont un objet d'envie et un modèle pour l'univers entier.»⁹

Toutefois, le monopole scientifique occidental est en train de disparaître. Comme l'indiquent ces pensées du président Mao, on inculque l'esprit de Bacon à des centaines de millions de lecteurs qui apprennent son petit livre rouge; en voici un exemple:

Les hommes se servent des sciences de la nature comme d'une arme dans leur lutte pour la liberté. . . . En vue de conquérir leur liberté dans la nature, ils se servent des sciences de la nature pour l'étudier, la dompter et la transformer, et ils obtiendront leur liberté de la nature même.¹⁰

En dehors de notre hémisphère, c'est au Japon que la révolution scientifique a connu le progrès le plus remarquable; depuis la deuxième Guerre

mondiale, ce pays, se servant de la science et de la technologie pour soutenir un taux de croissance économique sans égal dans le monde, a atteint aujourd'hui un niveau de développement technique qui ne le cède qu'aux États-Unis et à l'Union soviétique.¹¹

On a estimé que le monde consacre aujourd'hui \$50 milliards par année à la recherche et au développement. Il est inévitable que le taux exponentiel de croissance que ces déboursés ont connu depuis le début de la révolution ralentisse pour adopter au moins une courbe asymptotique; néanmoins, les prévisions les plus justes dont nous disposons indiquent que, dans un avenir assez rapproché, ces dépenses connaîtront un accroissement rapide en termes absolus. Puisqu'un plus grand nombre de pays cherchent à tirer tous les résultats possibles de ces fonds, il n'est pas exagéré de dire que cet effort scientifique substantiel constitue la caractéristique principale de notre civilisation contemporaine, qu'il produira une révolution technologique permanente et qu'il exercera une influence profonde sur notre société de demain. Si l'on se fie aux courants actuels, les pays surtout les plus évolués seront assujettis à des transformations rapides et radicales dans tous les secteurs de l'activité humaine.

LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DE L'HOMME

De nos jours il importe, semble-t-il, d'établir de nettes distinctions entre la science, la technologie et l'innovation même si de toute évidence elles ont grandi ensemble. Le grand historien des sciences, Thomas S. Kuhn, déclare «qu'à prime abord l'analyste de l'évolution socio-économique ferait bien de traiter la science et la technologie comme deux entités différentes, un peu à la façon des sciences et des arts;»¹² selon lui, «lorsque la science influe le moins sur les progrès socio-économiques, c'est par la technologie qu'elle le fait.»¹³ Ce n'est qu'à la fin du 19^e siècle qu'une liaison étroite s'est effectuée entre ces deux sœurs; le phénomène s'est produit en Allemagne dans deux industries: celle des teintures chimiques et celle de l'électricité naissante. L'illusion voulant que la science soit une cause première du progrès matériel ainsi que les efforts que l'on tente pour en faire une réalité engendrent bien des conceptions erronées. Dans la première tranche de son rapport, le Comité a tracé une ligne de démarcation très nette entre la science, la technologie et l'innovation. Il déclarait que le «fruit naturel de la science (la connaissance) est toujours bon et l'influence qu'il exerce sur la société ne peut être que bienfaisante.»¹⁴ Il indiquait également que la technologie pouvait être bonne ou mauvaise ou les deux à la fois lorsqu'elle devient innovation. Walter Orr Roberts, ancien président de l'American Association for

the Advancement of Sciences a fait ressortir cet aspect particulier de la technologie, laquelle, à notre avis, à son insu, il a confondue avec la science:

Presque tous les progrès de la science ont deux faces: l'une qui nous sourit et favorise nos aspirations; l'autre qui menace tous nos espoirs. Au prodige de l'automobile correspond le fléau grandissant de la pollution atmosphérique par le gaz carbonique qui menace d'étouffer la vie des grandes agglomérations, par exemple la mégapole de Boston-New York-Washington. Le progrès de l'urbanisme, rendu possible en partie grâce aux miracles de la climatisation de l'air et du transport des vivres nous vaut les ordures dans nos cours d'eau, l'invasion de notre vie privée, et les tensions dont nous sommes victimes. L'énergie atomique a permis toutes sortes de réalisations en médecine, dans l'industrie et la production de l'énergie, mais c'est à cause d'elle que le spectre de la guerre nucléaire nous menace.¹⁵

Il est intéressant de noter que les écrivains qui ont parlé de la technologie ont souligné l'une ou l'autre de ses deux faces selon le point de vue optimiste ou pessimiste qu'ils adoptaient. Nous croyons qu'il vaut mieux présenter les deux aspects en vue de juger de façon mieux équilibrée l'influence manifeste de la technologie sur la société.

Il y a plus de trois siècles, Descartes entrevoyait que, grâce à l'application des sciences, l'homme deviendrait «maître et possesseur de la nature» et Bacon, «qu'il pourrait faire profiter la vie humaine de ses découvertes;» ces prévisions se sont réalisées à un point qui surprendrait ces deux auteurs eux-mêmes. Le progrès de la science et de la technologie a contribué à produire le rythme le plus rapide de croissance économique dans l'histoire du monde; il a apporté à ceux qui ont eu la bonne fortune d'en profiter une richesse, une liberté et des conditions de vie sans pareilles.

Le progrès technologique a eu pour effet général d'accroître le rendement des usines et des fermes; cette situation, à son tour, a amené une hausse du niveau de vie, des loisirs accrus et une tendance continue à se détourner des travaux manuels (industries de production) pour se mettre plutôt en contact avec les gens (industries de services).

Les appareils ménagers, le progrès des techniques d'alimentation, les fibres synthétiques et les nouveaux produits de nettoyage ont grandement diminué les corvées domestiques. L'amélioration des matériaux, des peintures, des teintures et des modes de fabrication comporte une foule d'avantages qui rendent l'environnement institutionnel plus stimulant et plus attrayant; il nous faut maintenant profiter de l'occasion pour concentrer ces perfectionnements sur la réfection urbaine.

Les épidémies qui autrefois ont décimé les collectivités humaines¹⁶ sont devenues des cas d'exception partout où l'on applique sérieusement les con-

naissances courantes.¹⁷ La microbiologie alliée à la recherche clinique a réduit de façon péremptoire le danger de la polyomyélite, de la petite vérole, de la diphtérie, de la fièvre typhoïde, de la peste et de la malaria. On a réduit à un niveau extrêmement bas le taux de mortalité des maladies infectieuses, surtout chez les enfants et les adolescents et, en conséquence, les probabilités de vie à la naissance ont atteint des niveaux sans précédent—soit à peu près le double de ce qu'elles étaient au temps de Bacon et de Descartes.

Selon un spécialiste,¹⁸ dans le cours ordinaire des choses, il fallait prévoir en Amérique du Nord, au début des années 1970, une épidémie continentale de rubéole.¹⁹ A la lumière de l'expérience passée, nous devrions compter plus de 50,000 bébés qui viendraient au monde morts ou déformés, et au moins 20,000 autres qui exigeraient des soins particuliers le reste de leur vie. Heureusement, le vaccin anti-rubéole permettra de prévenir une telle catastrophe.

De nouvelles inventions scientifiques et technologiques continuent de servir à la conservation et à la protection de la vie humaine. On emploie le laser à des opérations oculaires délicates; l'accélérateur linéaire d'électrons combat les tumeurs et le cyclotron contribue à des expériences destinées à produire des isotopes radioactifs éphémères utilisés dans les diagnostics. Jusqu'à ces dernières années, seules les recherches en physique avaient recours à toutes ces nouveautés, mais aujourd'hui on les applique de plus en plus en radiothérapie du cancer. D'après un spécialiste, l'accroissement de l'énergie produite par ces sources de rayons-x et de rayons gamma de haute intensité a permis de «guérir par radiation 90 pour cent des cancers du larynx pris au début, ce qui épargne au patient des interventions chirurgicales peu esthétiques et la perte de la voix.»²⁰ Des radiothérapeutes cherchent maintenant à remplacer les rayons-x par la nouvelle particule subatomique, le pi mésotronique. La liste des innovations médicales est déjà longue et elle continue d'augmenter; la médecine canadienne apporte une importante contribution à cette recherche. Par exemple, le D^r Philip Gold de l'Université McGill a découvert un antigène particulier dans les tumeurs de l'intestin; c'est l'un des cancers les plus meurtriers; on le retrace dans le sang et les épreuves menées à ce jour sur 1,500 patients établissent que cette méthode de détection du cancer du côlon et du rectum est à 95 pour cent sûre; dans bien des cas on a découvert le cancer beaucoup plus tôt qu'on ne l'aurait fait avec les rayons-x.²¹ Le D^r T. H. S. Chang, autre spécialiste en sciences de la vie résidant à Montréal, est en train de perfectionner un dialyseur portatif qui semble fort prometteur.

Les sciences ont apporté des transformations radicales en agriculture. Dans nombre de pays, de nouvelles sortes de riz et de blé dépassent bien

des fois le rendement à l'acre des espèces déjà connues; c'est la «révolution verte». On a récemment découvert d'autres sources de protéines grâce à la pisciculture, à la mariculture et à la transformation des huiles minérales en nourriture protéinée pour bestiaux. Les fabricants d'aliments possèdent déjà les techniques voulues pour changer les protéines végétales en un produit qui a l'apparence, la texture et le goût de la viande.²² Une société japonaise a découvert le moyen de fabriquer de la viande artificielle à même des protéines du blé.²³ Un expert en nutrition déclare que, au cours des deux ou trois prochaines décennies, grâce à ces découvertes, la nourriture «ne constituera plus un facteur limitatif de la population.»²⁴ La presse rapporte tous les jours de nouvelles découvertes en matière d'alimentation; par exemple, plus de 25 grandes sociétés pétrolières américaines cherchent un moyen économique de produire des protéines à partir des huiles minérales.²⁵ D'après le D^r Magnus Pyke, «nous disposons déjà des connaissances scientifiques nécessaires pour fabriquer des aliments synthétiques—et là je pense à des procédés de synthèse chimique et non simplement à la transformation d'un produit alimentaire existant en un autre. . . . Nous produisons déjà plusieurs amino-acides particuliers et il ne serait pas difficile de synthétiser les quelque vingt éléments qui composent les protéines du bœuf ou de blancs d'œufs.»²⁶

La technologie du transport procure aux gens une liberté de mouvement inconnue jusqu'ici. Aujourd'hui les avions franchissent l'Atlantique dans à peu près un cinq centième du temps que prenait Jacques Cartier. Les voyages aériens deviennent plus sûrs, plus rapides, plus économiques et plus répandus. En réalité, «l'ère des voyages massifs autour du globe ne fait que commencer . . .»²⁷

Les techniques de communication ont transformé l'environnement humain. La télévision devient rapidement le moyen universel principal de divertissement et d'information. Elle fournit également une chaire d'enseignement d'une puissance sans pareille. Elle a un avenir technique sensationnel: par exemple, une chaîne traditionnelle de télévision sera un jour en mesure de véhiculer le contenu d'un journal de trente pages à la seconde. Ainsi, une seule chaîne pourra transmettre—de façon continue, au moment de leur parution—chaque mot et chaque image publiés dans tous les journaux, magazines, revues et bouquins du monde entier.²⁸ Le D^r A. G. Hill estime qu'en moins de vingt ans «sans qu'on effectue de grandes améliorations aux câbles de transmission et aux appareils récepteurs, chaque foyer pourra capter au moins quatre-vingt-deux chaînes de télévision dispensant un grand nombre de services.»²⁹

Nous sommes déjà témoins de nouvelles utilisations de la technologie qui pourraient bien révolutionner les études de demain. Ainsi un jour de

janvier 1971, en Grande-Bretagne, les inscriptions à l'université ont grimpé de plus de 40 pour cent; 25,000 hommes et femmes de plus de 21 ans, en face de leur appareil de télévision, assistaient à leurs premiers cours d'orientation de l'Université sans campus. C'est un enseignement bien organisé et bien doté en personnel, et non pas une simple version raffinée de programmes de télévision éducative; néanmoins, il n'en coûte que le tiers d'un cours régulier suivi dans des universités britanniques pourvues de maisons d'étudiants.³⁰ Il n'y a pas que des raisons d'ordre technologique ou économique qui motivent l'acceptation du travail accompli hors des campus universitaires; c'est ainsi que le dernier rapport de la Commission Carnegie sur l'éducation supérieure fait voir que l'enseignement hors campus permettrait non seulement d'épargner des montants énormes mais encore d'injecter du sang nouveau dans les études.

On estime que bientôt, grâce aux bandes vidéo et au réseau national d'ordinateurs, il sera possible de diffuser des cours donnés par les meilleurs professeurs aux étudiants disséminés dans divers établissements d'enseignement du pays.³¹ Les nombreuses applications des cassettes vidéo (un marché prévu de \$2 milliards en Amérique du Nord en 1980) ont encouragé le perfectionnement technologique très rapide de différents systèmes; déjà, en France, on distribue le premier journal médical européen sous la forme d'une cassette vidéo.³²

Les possibilités générales de l'enseignement par ordinateur vidéo ne sont pas aussi clairement établies. Un expert très connu, le Dr Patrick Suppes, affirme qu'on «peut prédire que, dans quelques années, des milliers d'élèves auront accès à ce qu'Alexandre, fils de Philippe de Macédoine, recevait à titre de prérogative royale: les services personnels d'un précepteur aussi érudit et aussi compréhensif qu'Aristote.»³³ Suppes revenait quelque peu sur cette position lorsqu'il écrivait en 1970 que de telles méthodes de formation «appliquées de façon générale à l'éducation de masse . . . seraient manifestement d'un coût prohibitif.»³⁴

Si l'on étudie l'utilisation de la technologie éducative, on s'aperçoit que les obstacles à son progrès ne sont pas uniquement d'ordre économique; par exemple, en parlant du système scolaire américain, le professeur Anthony G. Oettinger écrit que «le régime d'enseignement reconnu est lié à la société d'une façon on ne peut mieux conçue pour empêcher tout changement. Il ne faut donc pas compter sur une transformation technologique substantielle au cours de la prochaine décennie.»³⁵ Pourtant, nous ne pouvons pas ne pas tenir compte du défi complexe que pose l'adaptation des innovations de caractère technique.

La technique spatiale a produit des satellites qui permettent des communications rapides à l'échelle du globe; dans certains cas, ces engins constituent le réseau de communication le moins coûteux; témoin la télévision scolaire dans les vastes régions sous-développées. De fait, les satellites fournissent un bon exemple de l'influence que la technologie peut exercer sur les affaires internationales. Comme le laisse entendre un observateur, «dans les années 1970 quelques pays très avancés pourront déjà diriger des programmes de télévision directement dans les appareils récepteurs de nations moins développées. . . . On peut croire de plus qu'au cours des années 1980 les grandes puissances projeteront leurs images par l'entremise de programmes télévisés dans les foyers de peuples évolués, par exemple en Europe occidentale.»³⁶

Les satellites d'observation contribuent déjà à l'amélioration des prévisions atmosphériques et, à long terme, il en sortira des avantages considérables.³⁷ On en tirera également des bénéfices économiques importants lorsqu'on les utilisera à l'exploration géophysique et à l'inventaire des ressources; la participation du Canada à la mise en route du satellite américain ERTS est un autre exemple de l'aspect international de la technologie.³⁸

Le harnachement de l'énergie nucléaire a déjà fait disparaître la crainte de l'épuisement éventuel des sources d'énergie. L'avenir nous réserve des développements encore plus spectaculaires. Face aux implications de la production d'énergie nucléaire, un spécialiste écrit qu'«il ne s'agit pas d'un simple supplément . . . mais que l'horizon humain connaît désormais une nouvelle dimension qui aura une immense portée sociale et politique.»³⁹ S'il a raison, il est sûr que l'industrie chimique et l'agriculture connaîtront de vastes changements. L'énergie à bon marché servira à dessaler les eaux marines et à produire des fertilisants azotés qui pourraient faire pousser des fleurs dans des déserts arides.⁴⁰ Au-delà du réacteur générateur, certains scientifiques entrevoient même une source encore moins coûteuse d'énergie, soit la fusion nucléaire telle qu'elle se produit dans la bombe H; un savant russe vient de prédire qu'un prototype de réacteur à fusion pourrait produire de l'électricité vers les 1990.⁴¹ Les experts américains croient qu'un prototype de réacteur pourrait fonctionner dans 10 à 50 ans subordonné à l'appui financier qu'on accorderait au projet.⁴²

Les réalisations scientifiques les plus extraordinaires des dernières années appartiennent sans doute à la biologie moléculaire. L'une des plus remarquables d'entre elles a été la découverte de la structure de l'ADN et du code génétique réalisée par James D. Watson et Francis Crick; on l'a comparée à la réduction de l'atome ou à la publication de l'*Origine des espèces* de Darwin. Elle a marqué une étape fructueuse dans l'évolution de la biologie moléculaire; depuis lors, on entrevoit toutes sortes d'améliorations sensa-

tionnelles de la condition humaine. De nouvelles techniques laissent prévoir de bonnes chances de « créer » des plantes capables de fixer l'azote de l'air, ce qui éliminerait la nécessité, en même temps que la corvée économique et sociale, de recourir aux fertilisants et aux insecticides artificiels.⁴³

Maintenant on croit que l'homme est en mesure de s'appliquer à lui-même toutes ces transformations. Si tel est le cas, il est près d'atteindre ce que Teilhard de Chardin appelle « . . . le rêve dont se nourrit obscurément la Recherche humaine, c'est, au fond, . . . de saisir . . . la barre du Monde en mettant la main sur le Ressort même de l'Évolution, »⁴⁴ ou, selon les termes du biologiste de Caltech, Robert Sinsheimer:

Pour la première fois de toute l'histoire, une créature vivante comprend ses origines et peut chercher à façonner son propre avenir.⁴⁵

Ces découvertes des sciences de la vie laissent espérer qu'on pourra guérir des maux aussi redoutables que le cancer, corriger des tares génétiques qui sont cause de quelque 50 pour cent des maladies humaines, élargir les aptitudes physiques et intellectuelles ainsi que retarder la sénilité.

Les nouvelles connaissances en génétique humaine alliées aux techniques les plus récentes de la microchirurgie et la manipulation des cellules offrent tout d'un coup des voies de reproduction qui menacent le fondement moral et social de la société. Il semble possible aujourd'hui de créer un être humain par sérialisation, c'est-à-dire en cultivant des cellules qui atteignent la grosseur de l'original ou par d'autres formes de reproduction non sexuelles; des mères suppléantes pourront engendrer des jumeaux identiques de n'importe quelle personne. On parle même d'entrailles artificielles.⁴⁶

L'invention technologique la plus importante est celle de l'ordinateur. Il calcule dix millions de fois plus vite que nous et non seulement il élimine une grande partie des travaux d'écriture mais il aide l'homme à étudier et à utiliser des systèmes et des processus compliqués.⁴⁷ Les réseaux d'information mécanisée laissent entrevoir que les administrateurs pourront prendre des décisions plus rapides et plus éclairées. Un politologue soutient « que la mise en service de systèmes d'information bien organisés peut améliorer aujourd'hui la qualité et le bien-fondé des décisions gouvernementales »⁴⁸ et il prédit que vers 1975 on adaptera les ordinateurs à l'usage personnel des dirigeants politiques, des députés et des fonctionnaires; il se pourrait qu'on élargisse ainsi la base de participation aux décisions du gouvernement.⁴⁹

Depuis leur apparition, vers les 1945, on a réduit de 100 fois la taille des ordinateurs, diminué leur prix de 100,000 fois, et augmenté leur vitesse de 100,000 fois.⁵⁰ Ils connaissent encore un rythme rapide de perfectionnement

et on envisage la possibilité d'en installer sur chaque pupitre puis, un jour, dans chaque foyer.⁵¹

Aristote plaide en faveur de l'esclavage et il n'en prévoit la fin que le jour où le «mythe» de l'automatisme deviendra une réalité, que «si la navette tissait elle-même la toile et si l'archet tirait tout seul d'une cithare les sons désirés . . . »⁵² L'automatisme (qui utilise des machines autocorrectrices) et la cybernétique (qui en raccordant aux ordinateurs les machines automatisées les rend aptes à répondre à toutes les éventualités prévisibles) changent aujourd'hui le mythe en réalité. Ainsi, l'ordinateur, surtout lorsqu'on songe à le relier à ces futures sources d'énergie à bon marché, laisse prévoir que nous serons libérés de l'esclavage des œuvres serviles et qu'il prolongera nos facultés intellectuelles et créatrices. Bacon et Descartes avaient raison de prédire que la révolution scientifique qu'ils ont contribué à lancer allait améliorer considérablement le sort matériel de l'homme.

La majorité des Canadiens qui vivent aujourd'hui peuvent s'attendre à voir l'an 2000. Certaines des réalisations qu'un groupe de savants prévoient auront lieu avant cette date.⁵³

Dessalement économique et utile de l'eau marine.

Traduction automatique.

Nouveaux matériaux synthétiques pour constructions ultra-légères.

Organes artificiels de plastique à éléments électroniques.

Énergie thermonucléaire réglementée.

Exploitation économique du lit océanique.

Production économique de protéines synthétiques alimentaires.

Guérisons décuplées de cas de psychose par thérapie physique ou chimique.

Immunisation biochimique générale contre les bactéries et les virus.

Production océanique d'au moins vingt pour cent de la nourriture mondiale.

Utilisation généralisée d'appareils raffinés d'enseignement.

Bibliothèques automatisées qui trouveront et reproduiront les ouvrages.

Recours généralisé aux machines en vue d'arriver à des décisions prévisionnelles au niveau de la direction.

Voilà quelques-unes des améliorations renversantes que la révolution scientifique continue peut apporter au cours des deux ou trois prochaines décennies. C'est là le beau côté de la médaille de la science et de la technologie.

LA TECHNOLOGIE ENNEMIE DE L'HOMME

La technologie a également son aspect destructif que les prophètes et les protagonistes de la révolution scientifique n'ont pas prévu; peut-être serait-il plus juste de dire qu'ils ont présumé que l'homme utiliserait les sciences avec

plus de circonspection, qu'il essaierait toujours de bien comprendre le problème avant de passer à l'action. Bacon préférait les expériences de la lumière à celles des fruits. Il croyait que les nouvelles méthodes de découverte allaient révolutionner la condition matérielle de l'humanité, mais il prétendait que «les écrits valent plus à titre de témoignage à la vérité que pour ce qu'ils apportent de douceur à la vie.»

«Et pourtant, comme l'indique Harvey Brooks, même si la société a accepté la révolution préconisée par Bacon, elle n'y a jamais cru réellement. Elle a toujours voulu jouir à la fois des fruits et de la lumière.»⁵⁴ Elle n'en a pas toujours bien compris les applications. Les bébés difformes proviennent du recours à la thalidomide. La réalisation technologique de la mobilité personnelle a imposé des restrictions aux enfants; à peu près tous les deux jours, on interdit aux élèves de Los Angeles de sortir en récréation parce qu'on craint qu'ils respirent trop profondément l'air pollué par les automobiles.⁵⁵ La technologie a également exercé des incidences indirectes non voulues. L'accroissement de la productivité agricole a entraîné une expansion rapide de l'urbanisation, accompagnée des conséquences inhérentes à la déperdition des ressources humaines. La découverte d'un grand nombre de nouveaux produits et l'accroissement du rendement industriel ont créé une abondance de biens matériels qui ne va pas sans la complication sérieuse des problèmes de la pollution et de l'élimination des rejets. Comme le remarquait récemment René Dubos: «En faisant si peu d'efforts pour étudier les effets à longue portée des innovations technologiques, nous menons de fait sinon en intention, du moins par inaction, une sorte de guerre biologique contre la nature, contre nous-mêmes et particulièrement contre nos descendants.»⁵⁶

Le Rhin, qui longe les mines de potasse alsaciennes et la vallée industrielle de la Ruhr vers la mer du Nord, est reconnu comme l'égout de l'Europe. Il est encore plus effrayant d'entendre cette constatation récente voulant que la Méditerranée, cette mer qui a favorisé la naissance et l'évolution de la civilisation occidentale, soit en grand danger de périr. En Italie, le professeur Mortarino déclare que «les eaux de notre littoral ont déjà cessé d'être une source d'alimentation et de récréation.»⁵⁷ D'après les observations de Thor Heyerdahl, au cours de la traversée du Ra II, l'Atlantique même est sérieusement pollué; il écrit que «chaque jour nous avons été témoins de la souillure de la surface de l'océan. Nous voyions souvent des papiers de mazout à l'état solide... entremêlés de bouteilles de plastique et de déchets humains. Parfois l'eau disparaît sous une mousse savonneuse et une couche de liquides huileux qui brillent de toutes les couleurs.»⁵⁸

Le *New York Times* n'y va pas de main morte lorsqu'il décrit les conditions qui existent aux États-Unis:

Les Américains ont lancé leurs déchets dans la mer et dans les airs. Les rivières sont devenues des puisards et les villes, des agglomérations de taudis. Au cours de trois bien petits siècles—période trop brève pour compter dans la marche de l'univers—les habitants du globe ont sali leur nid au point qu'il faudrait mobiliser une part importante des fonds et des ressources du pays, de même que redéfinir toutes les priorités établies pour nettoyer ce qui a été gâté.⁵⁹

La pollution des eaux canadiennes est de plus en plus inquiétante. Le discours du Trône, à l'ouverture de la deuxième session du vingt-huitième parlement, déclarait:

Lacs, ruisseaux, rivières et fleuves empoisonnés, plages gâtées, végétation aquatique en décomposition, pêche diminuée, les conséquences de nos imprévoyances sont partout éclatantes.⁶⁰

Le *New Scientist* affirmait récemment: «Il est particulièrement inquiétant de constater que l'huile brute de l'Alaska n'est pas l'une des plus toxiques aux températures qui prévalent dans cette région. . . . Pourtant, il semble bien qu'elle soit l'une des plus délétères à une température qui se situe juste au-dessus du point de congélation. . . . Si l'huile de l'Alaska parvenait à atteindre le littoral de l'Arctique avant que ses éléments les plus légers mais aussi les plus toxiques aient pu s'évaporer, elle pourrait causer d'immenses dégâts écologiques.»⁶¹ S'il en est ainsi les précautions à prendre touchant les dangers de pollution de l'Arctique canadien sont pleinement justifiées.

On continue de faire connaître d'autres cas et d'autres formes de pollution. Par exemple:

Le fleuve Saint-Laurent est menacé de devenir un cours d'eau fétide stagnant, qui ne peut désormais servir que d'égout.⁶²

Les pesticides et les fongicides jouent eux aussi leur rôle; ainsi, en 1968, certains lacs suédois renfermaient assez de mercure, provenant du traitement chimique des grains, que le gouvernement a décidé de restreindre sérieusement la consommation du poisson.⁶³ En 1969, le gouvernement de l'Alberta a annulé la saison de chasse à la perdrix hongroise et au faisan parce qu'ils contenaient dix fois plus de mercure que la quantité acceptée par l'Organisation mondiale de la santé.⁶⁴ Cette situation s'explique du fait que les oiseaux ont mangé des graines de semence traitées au mercure afin de les protéger contre les insectes et les champignons. Il existe de nombreux autres exemples d'interdictions rendues nécessaires par le traitement au mercure des graines de semence.⁶⁵ A cet égard, l'événement le plus extraordinaire a été un com-

munique de presse transmis le 20 mars 1970 par un Norvégien, Norvalo Fimreite, étudiant au doctorat de l'Université Western Ontario; il y déclarait que, dans du poisson pêché dans le lac St-Clair, il avait trouvé une quantité de mercure 14 fois supérieure au maximum accepté.⁶⁶ Fimreite, pour cette enquête, avait obtenu des fonds du Service canadien de la faune et ses constatations ont déclenché toute une série de projets de recherche sur la pollution par le mercure au Canada et aux États-Unis. Notre Comité s'inquiète du fait que la pollution par le mercure au Canada ait été si longtemps ignorée des gens chargés de veiller à ce genre de problèmes. Ce n'est que par un hasard quasi accidentel qu'un étudiant intéressé à cette question a découvert cette vérité effroyable—et cela dix ans après qu'une centaine de Japonais eurent péri ou souffert de sérieuses infirmités pour avoir mangé du poisson contaminé par le mercure pêché dans la baie Minamata.⁶⁷

Et encore faut-il noter que ce n'est pas seulement le mercure mais tous les métaux lourds qui posent des problèmes urgents de santé. Comme l'indique une étude récente qui fait autorité: «le mercure n'est qu'un métal parmi une couple de douzaines d'autres qui sont tout aussi toxiques pour les plantes et les animaux.» Ce sont, en particulier, «le plomb, l'arsenic, le cadmium, le chrome et le nickel.»⁶⁸ Les horreurs et les souffrances de l'empoisonnement par le cadmium (les os deviennent si friables que la seule pression de la toux peut faire effriter les côtes) sont si terribles qu'une jeune travailleuse japonaise s'est donné la mort parce qu'elle a cru en être atteinte.⁶⁹

L'attitude qu'on a adoptée à l'égard du DDT constitue une excellente illustration de la façon dont les citoyens ordinaires, les industries, les professions et les gouvernements traitent les produits ambivalents de la science et de la technologie. Feu Rachel Carson, auteur de *Silent Spring*, paru en 1962, a été l'un des premiers écrivains à émettre des doutes sur l'emploi du DDT. Certains ont qualifié son livre «d'exagération insupportable;»⁷⁰ pourtant, sept ans plus tard, nombre de pays évolués interdisaient ou restreignaient sérieusement l'utilisation de ce produit, notamment le Danemark, la Suède et quelques États d'Amérique. On en a également limité l'usage au Canada; les dispositions arrêtées au début de 1970 devaient en réduire la quantité de 90 pour cent.

Dans bien des parties du monde, on a trouvé des résidus de DDT dans les animaux et les êtres humains et quelques chercheurs prétendent même que l'homme pourrait en ressentir des effets indirects sérieux; par exemple, selon le neurophysiologiste Alan Steinbach, de l'Université de la Californie à Berkeley, le DDT serait un poison irréversible pour les nerfs.⁷¹ Malgré toutes ces prétentions, le président de l'American Association for the Advancement of Sciences, biologiste renommé, déclarait récemment: «Nous ne connaissons

aucun être humain qui ait souffert d'une utilisation normale du DDT. . . .⁷² Néanmoins, les profanes doivent trouver bizarre et invraisemblable d'entendre dire qu'en nombre d'endroits on a découvert que le lait maternel contenait du DDT ou d'autres pesticides tels que l'insecticide dieldrin en quantité supérieure à la norme acceptée du lait commercial. En 1968, Goran Lofroth, de l'Institut de biochimie de l'Université de Stockholm, écrivait: «Bien des parents ont à faire face à un choix difficile. Doivent-ils exposer leur enfant . . . à absorber une quantité inconnue mais élevée de pesticides organochlorés ou le priver de lait nutritif et du contact chaleureux de la mère?»⁷³ D'après les Ehrlichs: «Le dégagement constant d'hydrocarbure chloruré dans l'atmosphère équivaut à une expérience globale dangereuse et nous, aussi bien que les autres animaux du globe, nous jouons tous le rôle de cobayes.»⁷⁴

Ceci prouve une fois de plus le caractère ambivalent de bon nombre des problèmes créés aujourd'hui par la science et la technologie. Le dilemme que pose Lofroth—le choix entre le contact du sein maternel et les dangers des pesticides organochlorés qu'il implique et la privation de ce contact bienfaisant pour l'enfant—est un exemple typique des dilemmes qui sont de plus en plus liés aux problèmes de pollution. Un bienfait dans l'immédiat vaut-il mieux qu'une perte à long terme, ou vice versa? A première vue, par exemple, la question de savoir s'il faut ou non utiliser du DDT apparaît comme une question d'ordre scientifique à laquelle on peut donner une réponse ambiguë. Mais, en réalité, à regarder les choses de plus près, il n'en est pas ainsi, du moins pas toujours. Car ceux qui, de par leur formation, étudient les effets à court terme (comme les toxicologues traditionnels, les technologues de l'alimentation ou les ingénieurs agronomes-chimistes) diront peut-être: «Employez-les», alors que ceux qui, par profession, sont amenés à considérer les effets à long terme (comme les microbiologistes et les généticiens) diront au contraire: «Ne les employez pas». Ce conflit de spécialistes est encore plus apparent lorsqu'il s'agit des effets à long terme d'un faible niveau de pollution. L'éminent commentateur de la politique scientifique, Alvin Weinberg, a proposé de qualifier de *trans-scientifiques* les questions qui, «tout en paraissant relever de la science, la transcendent en quelque sorte—c'est-à-dire celles que la science n'est pas en mesure de résoudre».

«En tant que scientifiques»—écrivait dernièrement Weinberg, «nous devons admettre que certaines questions, y compris les plus importantes d'entre elles concernant l'environnement, sont en réalité trans-scientifiques et non scientifiques». Et soulignant le caractère ambivalent d'un grand nombre de questions scientifiques, il ajoutait:

Décréter des règles alors même que la science est incapable de se prononcer par un oui ou par un non bien tranché demande que l'on recoure à des

procédés différents de ceux qu'utilisent les scientifiques pour résoudre d'authentiques questions scientifiques. Une sorte de processus contradictoire . . . c'est encore ce que nous avons de meilleur pour le moment pour résoudre les questions trans-scientifiques qui sont sous-jacentes à tant de conflits qui opposent la science et la technologie à la société.⁷⁵

Si la méthode contradictoire nous offre un moyen de résoudre les dilemmes que posent à la société les problèmes trans-scientifiques elle mérite incontestablement d'être étudiée.⁷⁶

Bientôt, prédisent les savants, les incidences de la pollution vont faire pire que de causer des désagréments personnels. L'acide carbonique que dégagent les carburants et qui se sera accumulé dans l'atmosphère en l'an 2000 empêchera le dégagement de la chaleur terrestre au point qu'il commencera à faire fondre la calotte glaciaire de l'Antarctique. C'est ce qui ressort d'un rapport préparé par le comité scientifique consultatif du président des États-Unis:

La fonte de la calotte glaciaire de l'Antarctique va faire monter le niveau de la mer de 400 pieds. Si le processus prend un millier d'années, le niveau de la mer va monter d'environ 4 pieds tous les dix ans, soit 40 pieds par siècle.⁷⁷

On pense même que ce rythme peut doubler; en tout cas, les principales villes portuaires vont en souffrir.⁷⁸ Toutefois, un autre genre de pollution—l'accroissement des particules dans l'atmosphère—peut faire refroidir la terre en filtrant les rayons du soleil. Selon le D^r Haagen-Smith, du California Institute of Technology, président de la commission des ressources aériennes de la Californie, le manteau de pollution peut épaissir au point de couper les rayons du soleil,⁷⁹ ce qui provoquerait une baisse considérable de température et un nouvel âge glaciaire.⁸⁰ Skolnikoff cite l'exemple d'une autre source possible de refroidissement: environ 31 pour cent de la surface de la terre est couverte en moyenne de nuages peu élevés; si cette proportion monte à 36 pour cent, la température baisse d'environ 4°C, soit à peu près ce qu'il faut pour retourner à l'âge glaciaire.⁸¹ Il n'est pas certain que l'homme puisse s'adapter à ces conditions. En tout cas, à ce moment-là, l'ultime catastrophe, soit l'extinction de toute vie terrestre, pourra fort bien être causée par la disparition de l'oxygène; de fait, ce désastre n'est peut-être pas si loin, selon le biologiste LaMont Cole. L'oxygène atmosphérique nécessaire à la vie provient des plantes vertes qui, à leur tour, absorbent l'acide carbonique que produisent les animaux, les micro-organismes, les usines, les chaudières et les automobiles. Les phytoplanctons de la mer produisent chaque année soixante-dix pour cent de l'oxygène libre. Si par la pollution inconsidérée des océans l'homme détruit une partie considérable de cette végétation il peut changer

dangereusement l'équilibre oxygénique. Le D^r Cole croit que la fin du monde peut se produire si quelques *Torrey Canyons*, chargés d'herbicides concentrés, faisaient naufrage dans la mer du Nord.⁸² Pourtant, d'après l'U.S. Food and Drug Administration, les océans reçoivent même aujourd'hui de vastes quantités de polluants, y compris un demi-million de substances, dont quelques-unes produites tout récemment, soit des matières biologiques actives auxquelles des êtres terrestres vivants n'ont jamais encore été exposés.⁸³ On ignore si ces produits peuvent empoisonner les diatomées marines, car on n'en a éprouvé qu'une infime fraction; le D^r Cole ajoute:⁸⁴ «Je crois qu'il nous est impossible d'affirmer que nous ne sommes pas en train de détruire les diatomées marines et de provoquer par là un désastre qui tournera contre nous-mêmes.»

Même si le D^r Cole semble pousser le tableau un peu au noir, il n'en reste pas moins que l'acide carbonique s'accumule dans l'atmosphère à un rythme qui dépasse la capacité d'absorption des océans. Certains croient que ce déséquilibre peut entraîner une lente diminution de l'oxygène atmosphérique, mais feu Lloyd Berkner ne partageait pas cet optimisme; à son avis, l'épuisement de l'oxygène atmosphérique peut se produire d'une façon soudaine et catastrophique.⁸⁵ Selon Cole, l'accroissement de l'industrialisation peut également engendrer le même effet: «Si nous cherchons sérieusement à industrialiser d'après nos normes toutes les nations du globe, je pense que nous allons tous mourir de manque d'oxygène avant d'atteindre cet objectif.»⁸⁶

Il faut rappeler que les savants ne s'entendent pas tous sur le danger qu'il y a pour l'homme de tarir la source d'oxygène terrestre. Wallace S. Broecker affirme que: «Si la pollution atmosphérique constitue une menace pour l'existence de l'homme, celui-ci mourra d'une toute autre cause bien avant l'épuisement des provisions d'oxygène.»⁸⁷ Un savant aussi éminent que le professeur Jean Piccard nous servait naguère cet avertissement: la contamination saturnine du plancton flottant dans les couches supérieures de l'océan pourrait réduire l'oxygène de l'atmosphère. La revue anglaise *New Scientist* remarque que Piccard s'est attiré une réplique rapide du «doyen des spécialistes en chimie organique», sir Robert Robinson, mais que sir Robert (conseiller de Shell) s'est fait rabrouer à son tour par le D^r David George du British Museum.⁸⁸ Les parlements et les gouvernements devront en fin de compte trancher ces questions controversées qui agitent surtout le monde scientifique et qui, débattues sur la place publique, ne peuvent se régler qu'au niveau politique. Et pourtant, le plomb pose nombre d'autres problèmes; certains savants s'alarment depuis quelque temps de la pollution qu'il répand dans l'atmosphère et de l'empoisonnement qu'il introduit dans les vaisseaux sanguins.⁸⁹ Les parlements devront également s'intéresser aux sources de pollu-

tion: par exemple, une partie considérable du plomb de l'atmosphère provient des essences plombifères; toutefois, d'après H. R. Clare, coordonnateur de la protection de l'environnement pour la société Imperial Oil Limitée, la production d'une essence sans plomb au Canada, exigerait une mise de fonds «d'environ \$600 millions de la part de l'industrie canadienne de raffinage du pétrole.» Il ajoute que la controverse portant sur l'essence non plombifère constitue «un exemple classique du dilemme auquel l'État et l'industrie doivent faire face à la suite des pressions exercées par le public qui se laisse guider par les sentiments beaucoup plus que par la réalité.»⁹⁰ Les gouvernements ne peuvent certes ne pas tenir compte de ces situations.

Une autre menace à l'environnement provient des déchets que produit une société d'intense consommation et de gaspillage. En Amérique du Nord, les entreprises de récupération qui recueillent les rebuts solides quotidiens font un chiffre d'affaires de quelque \$5 milliards et elles grandissent aussi rapidement que l'industrie de la mécanographie.⁹¹ Certains estiment que vers les 1975, les Nord-Américains consacreront dix pour cent du produit national brut au traitement des déchets solides.⁹² En ce moment, à New York, il en coûte trois fois plus pour ramasser et transporter une tonne de rebuts que pour extraire et y livrer une quantité égale de charbon virginien.⁹³ On aura une idée de l'ampleur de ce problème si l'on calcule que les Nord-Américains jettent assez de rebuts chaque année pour construire un mur de 75 pieds d'épaisseur et de 20 pieds de hauteur le long de la frontière Canada-États-Unis.⁹⁴

Il s'agit non seulement des déchets domestiques mais bien des rebuts industriels qui posent un problème encore plus complexe impliquant les difficultés de l'embauche et de la concurrence internationale. Par exemple, N. D. Paavila, directeur des Services de l'environnement de l'Association canadienne des pâtes et papiers, estime que les installations nécessaires au traitement des déchets liquides de leurs usines exigeraient un capital de \$650 à \$750 millions.⁹⁵ Il ajoute que «étant donné le marasme général de l'industrie canadienne des pâtes et papiers . . . de grands travaux de réduction rapide de la pollution des eaux exerceraient des effets désastreux sur les entreprises.»

C'est l'homme lui-même qui menace la stabilité et l'habitabilité de son milieu. Les États-Unis, pays très peuplé subissent d'ordinaire avant le Canada les problèmes de l'environnement et ils nous servent ainsi de «ligne d'avertissement». Un magazine américain à fort tirage remarquait récemment que «. . . les savants possèdent des preuves théoriques et pratiques à l'appui de chacune des prédictions suivantes:

Dans dix ans, les citoyens devront porter des masques à gaz pour résister à la pollution de l'air.

Au début des années 1980, la pollution de l'air accompagnée d'un renversement de température, fera mourir des milliers d'habitants de certaines villes des États-Unis.

En 1985, la pollution de l'air aura réduit de moitié la puissance des rayons du soleil sur la terre.

Au cours des années 1980, l'un des principaux systèmes écologiques—le sol ou l'eau—va s'effondrer quelque part aux É.-U. De nouvelles maladies que l'homme ne pourra combattre atteindront des proportions épidémiques.

L'augmentation du bruit accroîtra le nombre des maladies cardiaques et les cas de surdité. L'éclatement des bruits des avions supersoniques influera sur les enfants avant leur naissance.»⁹⁶

Certains gens croient que ces dangers de pollution menacent non seulement l'homme et son évolution sociale mais aussi la science elle-même. Voici ce qu'un chimiste écrivait récemment:

Au moins pour les prochains dix ans, c'est l'écologie—prise dans son sens le plus large—qui sera la science la plus importante, la plus occupée et la mieux subventionnée. Si nous n'arrivons pas à comprendre de façon parfaite la société humaine et la place qu'elle occupe dans la biosphère, il n'y aura aucune science qui vaille au 21^e siècle.⁹⁷

Et il ajoute que même si la jeune génération s'intéresse collectivement à tous les aspects de l'écologie, ce n'est pas elle qui fournira l'appui nécessaire à l'étude scientifique du milieu—ni probablement à quoi que ce soit—jusqu'au jour où elle sera convaincue que la science n'est ni p rim e ni diabolique.

Au-dessus de toutes ces menaces planent la faim et la possibilité de la destruction du monde par la guerre nucléaire.⁹⁸ Le progrès de la médecine a permis de prolonger la vie⁹⁹ et a diminué la mortalité infantile; en conséquence, la population et la famine augmentent. L'énergie nucléaire qui offre la possibilité de fournir à bon marché une force presque illimitée, comporte également la menace de réduire en cendre le globe verdoyant. Nous commençons pourtant à douter de la sûreté des réacteurs «pacifiques»   énergie nucléaire.¹⁰⁰ Que ces prétentions soient acceptables ou alarmistes, il n'en reste pas moins évident et légitime que le public s'y intéresse. Aux  tats-Unis, la situation est encore plus confuse depuis que deux scientifiques, John W. Gofman et Arthur R. Tamplin, ont mené une campagne active contre les normes de sécurité qu'a établies l'Atomic Energy Commission et qu'ils trouvent trop peu sévères. Même si l'AEC conteste les prétentions de Gofman et de Tamplin, le public a toutes les raisons de s'inquiéter; ce sont en effet deux spécialistes en sciences de la vie qui, dans un laboratoire subventionné par l'AEC, étudient les effets possibles des radiations sur l'être humain.¹⁰¹ Les gens seront encore plus troublés si on leur fait connaître le verdict que

prononçait la Cour d'appel des États-Unis, district de Columbia, dans le cas des patentes accordées aux usines de production d'énergie nucléaire par l'AEC; les règlements qu'elle applique sont une pure «moquerie» de la Loi nationale de la protection de l'environnement de 1969.¹⁰² La cour a demandé à l'AEC de réviser ses règlements pour les rendre conformes aux dispositions de la loi et de tenir compte «dans toute la mesure possible» du milieu écologique à chaque étape des négociations.

Notre comité n'est pas en mesure de juger du point de vue technique la validité des normes de sécurité nucléaire au Canada. Toutefois, la tâche de la Commission de contrôle de l'énergie atomique consiste à surveiller les activités de quelques organismes du gouvernement bien déterminés et le Comité est étonné de constater que la plupart des membres de cette Commission de contrôle sont des hauts représentants desdits organismes du gouvernement et non des représentants du public que la tâche primordiale de la Commission veut protéger contre les radiations. Ce n'est pas que les normes canadiennes soient pour autant déficientes, mais bien que les dispositions administratives ne tiennent pas compte de l'intérêt du public. Il vaut la peine de noter que le Royaume-Uni, sous l'empire de la Loi sur la protection radiologique de 1970, s'est doté d'une nouvelle Commission nationale pour la protection contre les radiations; elle est composée d'un grand éventail de professions et de représentants du public. Le *New Scientist* en souligne le rôle nécessaire en vue «de rechercher activement la plus grande participation possible des citoyens aux décisions relatives aux problèmes nucléaires et d'examiner avec soin les objections soulevées par des critiques sérieux.»¹⁰³

Il en va de la cellule humaine comme de l'atome: la science a engendré des forces terrifiantes.

James D. Watson, prix Nobel, s'adressant à une conférence internationale de législateurs fait entendre cet avertissement: «Certaines gens peuvent croire en toute sincérité que le monde a un besoin pressant de reproduire en multiples exemplaires les esprits vraiment exceptionnels en vue de vaincre la complexité toujours croissante des ordinateurs devant qui le cerveau humain reste souvent impuissant.»¹⁰⁴ Les États totalitaires seront donc en mesure d'obtenir le nombre voulu de «photocopies» de gens dont les prouesses seront jugées utiles au pays.

Watson va plus loin lorsqu'il affirme: «Il nous est tout à fait loisible de penser à des réalisations encore plus bizarres; dès lors, nous aurions pu nous attendre à ce que bon nombre de biologistes, et particulièrement ceux dont le travail porte sur ces possibilités, réfléchissent sérieusement à leurs impli-

cations et entament un dialogue destiné à renseigner les citoyens du monde et à offrir des avis dont nos corps législatifs devraient tenir compte lorsqu'ils cherchent à établir les cadres de politiques scientifiques nationales. Pourtant, dans l'ensemble, ce n'est pas du tout ce qui s'est produit.»¹⁰⁵

Et Watson d'enchaîner:

. . . Il serait tout à fait souhaitable, semble-t-il, que le plus grand nombre de gens possible soit au courant de ces nouveaux moyens de reproduction humaine ainsi que de leurs conséquences éventuelles, bonnes et mauvaises. C'est un problème beaucoup trop important pour être mis entre les mains des seuls scientifiques et des équipes médicales. Ce serait une forme de laissez-faire absurde que de croire que nous en arriverons inévitablement au phénomène des mères artificielles et des bébés sérialisés sous prétexte que la science progresse sans cesse. . . . C'est pourquoi j'espère qu'au cours des dix prochaines années il s'engagera un vaste débat au niveau législatif, aussi bien officieux qu'officiel, sur les multiples difficultés que provoquera l'adoption généralisée de la conception en éprouvettes. . . . Si nous refusons de nous pencher sur cette question en ce moment, nous nous rendrons compte un bon jour que nous avons perdu toute liberté de choix.¹⁰⁶

Ainsi, au cours de notre siècle, lorsque la science a divisé l'atome et percé le secret de la génétique, elle a imposé à l'homme des décisions capitales. Toutefois, il est rare que par elle-même la science fondamentale offre à la société des menaces aussi vives. La plupart du temps, c'est des applications de la technologie que naissent les dangers.

LES DILEMMES DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE

Ainsi la science et la technologie ont révolutionné le caractère de la vie des pays évolués et elles ont fourni à leurs citoyens un degré de confort, d'aisance et d'abondance que seuls connaissaient les princes il y a quelques siècles; en revanche, on trouve de plus en plus qu'elles comportent en même temps une menace terrible à la prolongation de cette vie opulente qu'elles ont créée—en fait toutes sortes de vies terrestres. Comme l'écrit Gordon Rattray Taylor: «Le rêve technologique est devenu un cauchemar et il est temps de nous en sortir si nous ne voulons pas mourir endormis.»¹⁰⁷

Nombre d'autres écrivains, bien placés pour en juger, ont manifesté récemment une profonde inquiétude devant les périls que présente pour l'humanité l'expansion rapide de la technologie; Max Born, prix Nobel de la physique, écrit dans son autobiographie:

Je suis hanté par l'idée que la découverte de la méthode scientifique a pu causer dans la trame de la civilisation humaine une rupture irréparable.

J'aime la science, mais j'ai le sentiment qu'elle s'oppose si fortement à l'histoire et à la tradition que le monde ne pourra pas l'absorber. . . . Si la race humaine n'est pas anéantie par une guerre nucléaire, elle dégénérera en un troupeau de créatures stupides soumises à la tyrannie de dictateurs qui les domineront à l'aide d'ordinateurs électroniques.¹⁰⁸

Plus près de nous, le psychanalyste Eric Fromm publiait un ouvrage qui portait en sous-titre: *Toward a Humanized Technology*; ce livre, écrit-il, est «né de la conviction que nous sommes arrivés à la croisée des chemins: une voie mène vers une société complètement mécanisée où l'homme n'est qu'un rouage inconnu—si ce n'est vers la destruction déclenchée par une guerre nucléaire; l'autre voie s'ouvre sur une renaissance de l'humanisme et de l'espoir—d'où sortira une société qui mettra la technique au service du bien-être de l'homme.»¹⁰⁹ Fromm commente ainsi son étude:

Un spectre que bien peu de gens distinguent nettement s'avance au milieu de nous. Ce n'est pas le vieux fantôme du communisme ou du fascisme. C'est une nouvelle apparition: une société complètement mécanisée, adonnée à une production et à une consommation matérielles maximales, dirigée par ordinateurs; au cours de ce processus social, l'homme lui-même se transforme en un organe de la grande machine; il est bien nourri et bien soigné, mais il reste passif, inactif, à peu près insensible.¹¹⁰

Fromm fait voir que «l'un des effets pathogéniques de la société technologique sur l'homme»¹¹¹ est la disparition de la vie privée (une deuxième incidence du même genre, croit-il, est la suppression des contacts personnels). Il appert, d'après un sondage récent auprès de 2,000 finissants de collèges américains, que certains étudiants actuels réagissent contre la technologie qui menace l'intimité du citoyen: «le trait le plus manifeste et le plus caractéristique» a été l'émergence d'une nouvelle idéologie que l'enquêteur a appelée le «privatism», c'est-à-dire «la reconnaissance du droit qu'ont tous les hommes à une vie privée».¹¹²

Si les étudiants canadiens adoptent les mêmes attitudes que leurs camarades d'autres pays, ils pourraient en arriver à considérer comme inutiles la recherche et le développement, ainsi que la formation intellectuelle qu'ils supposent. Par exemple, au Royaume-Uni, «en dépit de l'attrait de bénéfices somptueux, un grand nombre de jeunes gens exceptionnellement doués refusent résolument de se lancer dans une carrière traditionnelle.»¹¹³ Aux États-Unis, Harvey Brooks signale que «ce qui est encore plus inquiétant c'est ce dégoût apparent de la science de la part de toute une société, et particulièrement des jeunes».¹¹⁴ Au cours de la visite du Comité en Europe, les observateurs de tous les pays ont parlé du détournement des sciences physi-

ques et du génie vers les lettres et les sciences humaines. Ces personnes ont rapporté que les étudiants abandonnaient leur cours parce que «les professeurs ne sont intéressés qu'à leur science et que nous aurons à travailler dans des tours d'ivoire, isolés du monde réel.» La majorité des finissants de l'un des instituts technologiques le plus distingué d'Europe ont prétendu qu'ils ne choisiraient plus le génie s'ils avaient à s'inscrire de nouveau à l'université, parce qu'on n'y accomplissait pas une tâche qui semble compatible avec l'idée qu'ils se font des «problèmes réels de l'homme».

Éditoriaux et autres articles touchant l'agitation des étudiants en Europe proclament qu'ils s'opposent à la technocratie occidentale aussi bien qu'orientale, et qu'ils sont submergés par une évolution technologique qu'ils ne comprennent pas.¹¹⁵

Il n'existe guère de témoignages écrits sur l'attitude des étudiants canadiens vis-à-vis des sciences,¹¹⁶ mais John Kettle fait part des discussions qu'il a eues avec des élèves d'écoles secondaires de Toronto qui ont manifesté une réaction négative envers les sciences.¹¹⁷

Il n'y a pas que les étudiants et les jeunes qui se préoccupent de l'impact de la science et de la technologie. Quelques dirigeants nationaux s'en inquiètent également; par exemple, l'ancien président des États-Unis, Dwight Eisenhower, affirme que «la science semble prête à nous présenter un dernier cadeau; soit le pouvoir de faire disparaître toute vie humaine de notre planète».¹¹⁸ Il continue en disant:

Et pourtant si nous cherchons à tenir en respect la recherche et les découvertes scientifiques, nous n'en devons pas moins rester éveillés au danger contraire tout aussi menaçant de laisser la politique gouvernementale aux mains d'une élite technico-scientifique.¹¹⁹

Un autre général américain, James M. Gavin, aujourd'hui président du conseil de la société Arthur D. Little, Inc., traitant de la révolution scientifique, prétend qu'elle a «créé un large écart entre le monde tel qu'il est et le monde tel que nous croyons qu'il est»; cette attitude a provoqué des erreurs de jugement telles que, selon lui, nous nous sommes vus entraînés dans la guerre du Vietnam et la détérioration de certaines villes américaines.¹²⁰

Bien des gens ont signalé l'état de contrainte que la technologie impose à l'homme contemporain d'après le postulat voulant qu'on doive faire une certaine chose parce qu'elle est techniquement possible. Comme un écrivain l'a noté:

Ainsi la réalisation, qui est un concept stratégique, est élevée à la dignité d'un concept normatif, avec le résultat que tout ce que la réalité technologique indique comme *possible* passe pour être *obligatoire*.¹²¹

Selon Eric Fromm, nous avons là un principe directeur de la société technologique contemporaine; en conséquence, «toutes les autres valeurs sont détrônées et ce sont les progrès technologiques qui deviennent les fondements de l'éthique». ¹²²

Il ne manque pas de gens qui, avec Fromm, constatent que ce sont les impératifs absolus de la technologie qui façonnent et dominent la société des pays évolués. Ils prétendent que l'influence occulte dont parlent les partisans du laissez-faire économique réussit encore moins à protéger le peuple contre les effets du laissez-faire technologique.

Les problèmes complexes des séquelles de la technologie relèvent en dernier ressort des gouvernements. Ceux-ci ne sont peut-être pas mieux outillés que n'importe qui d'autre pour trouver des solutions à ces dilemmes; pourtant les citoyens ont recours à l'État pour se défendre contre les voleurs et la guerre; aux yeux du Comité ils ont aussi droit de réclamer cette nouvelle sauvegarde.

LA TECHNOLOGIE ET LES CANADIENS

Jusqu'ici notre analyse des deux aspects de la science et de la technologie a surtout porté sur l'ensemble de l'humanité et sur l'intégrité du globe terrestre. Même si 90 pour cent de tous les travaux scientifiques et technologiques se font en dehors du Canada, ils n'en constituent pas moins une menace éventuelle à notre économie et à notre progrès.

L'emploi sera l'un des domaines vitaux qui subira les effets de la nouvelle technologie. Le Conseil économique du Canada nous prévient qu'entre 1965 et 1980 l'augmentation de notre population active «dépassera de plus d'un demi-million le total prévu pour la Grande-Bretagne, l'Allemagne occidentale et l'Italie réunies. Elle est presque l'équivalent des effectifs actuels de la Suède». ¹²³ Voici quelques-uns des dangers que présente la nouvelle technologie à l'égard de l'emploi.

- Le Canada exporte la plus grande partie de ses pâtes et papiers; mais qu'arrivera-t-il si l'on réussit à produire du papier synthétique de haute qualité et de prix inférieur?
- La fabrication de nouveaux matériaux ou la crainte de la pollution vont-elles réduire nos exportations de matières premières telles que l'amiante ou le plomb?
- Les nouveaux moyens de localiser, de raffiner et de traiter le minerai vont-ils entraîner la fermeture de nos mines et de nos usines?
- Est-ce que les découvertes en agriculture, les nouveaux succédanés ou la production synthétique de protéines peuvent ralentir l'exportation de notre blé?
- Quels effets auront sur notre embauche maritime de meilleures méthodes de pêche ainsi que l'élevage du poisson ou la mariculture?

- Les grandes puissances sont en train de développer rapidement des techniques d'exploitation du plateau continental aussi bien que du lit même de l'océan. En tant que pays maritime, quelle attitude adoptera le Canada à cet égard et quelle incidence l'exploitation totale des océans aura-t-elle sur notre développement?

Ce ne sont que quelques-unes des possibilités qui nous viennent à l'esprit.

La nouvelle technologie peut également influencer sur notre qualité de vie. Par exemple, les nouveaux moyens de contrôle atmosphérique, la surveillance par satellite ou la radiodiffusion permettent à un pays d'empiéter sur les frontières des autres. La pollution de l'un peut se répandre au-dessus de ses voisins; si l'augmentation de la poussière atmosphérique entraîne le monde dans un nouvel âge glaciaire, le Canada sera l'un des premiers à subir les méfaits de cette négligence universelle.

L'évolution technologique peut influencer les relations entre le Canada et ses voisins. Ainsi, le permafrost, les ressources en eau potable et en énergie, l'écologie et la conservation de la faune, les réseaux de communication compatibles, le détournement des cours d'eau et l'utilisation du territoire à des fins récréatives ne sont que quelques-uns des problèmes internationaux qui mettent la technologie en cause. Celle-ci est en effet devenue l'un des premiers soucis de la diplomatie.

A mesure que la technologie apportera au monde de nouveaux avantages importants, les Canadiens voudront avec raison en profiter à fond. Par exemple, est-il possible de réduire notre mortalité infantile en ayant recours à des méthodes préconisées en d'autres pays? Est-ce que la nouvelle technologie de l'habitation perfectionnée en Europe et aux États-Unis nous est accessible? Qu'arrive-t-il à l'amélioration des méthodes d'enseignement que nous promettait la nouvelle technologie des communications? Que dire du progrès technologique du transport mondial? Il importe de savoir ce que font les autres avant de décider si nous pouvons jouir, nous aussi, des bienfaits offerts.

LA TECHNOLOGIE, LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE ET LES DIFFICULTÉS DE L'HUMANITÉ

Face à ce que Nigel Calder appelle «les horreurs normales» de la technologie d'aujourd'hui, il existe un danger sérieux qu'elle devienne incontrôlable. Elmer Engstrom, président de la Radio Corporation of America, déclarait en 1967:

Le recours à la nouvelle technologie sans tenir compte de tous les effets qui en découlent peut équivaloir à régler une bombe à retardement qui sautera à la face de la société peut-être dans un mois, peut-être dans une génération.¹²⁴

Dans ce monde soi-disant évolué, l'homme, qui s'est fait découvreur, créateur et entrepreneur, a révélé des dons quasi illimités. Malgré l'avertissement que servait Malthus, il a cru jusqu'à ces derniers temps que son génie inventif le libérerait des servitudes de la nature. A l'avènement de la première révolution industrielle, il a inauguré l'ère de la technologie fabuleuse. Il lui semblait qu'il maîtrisait parfaitement la nature et qu'il pouvait la faire servir tant qu'il voudrait à satisfaire ses aspirations infinies. De fait, grâce à son esprit créateur et entreprenant, il a augmenté de façon considérable les forces de la nature, ce qui lui fit croire que la croissance sans limites était possible. La science n'avait plus de frontières et la richesse collective, ce vieux rêve de l'humanité, au moins dans une bonne partie de l'hémisphère occidental, devint une réalité.

Cependant, il est clair désormais que la nature n'est pas aussi passive qu'on l'avait cru, qu'elle a ses propres lois et qu'elle peut se venger lorsqu'on vient rompre son équilibre. Nous constatons que la technologie exerce sur l'homme et son milieu des inconvénients qui dépassent ses avantages. Nous nous rendons également compte que la nature a bonne mémoire: des experts affirment maintenant que même si l'on interdisait complètement aujourd'hui l'usage du DDT nous subirions les effets sérieux de sa contamination pendant encore 30 ans.¹²⁵ La nature impose donc des règles définies à la technologie et, si l'homme persiste à les ignorer, il pourrait bien réussir à la longue à diminuer plutôt qu'à accroître sa capacité de lui fournir ses ressources et ses espaces habitables.

A cet égard, il se pose une question évidente: pouvons-nous maintenant entraver la créativité de l'homme et imposer un moratoire à la technologie? Il est impossible de détruire les connaissances actuelles et de neutraliser le désir inné de l'homme d'apprendre, d'inventer et d'innover.

En dernière analyse, la technologie n'est qu'un outil que l'homme a créé en vue de répondre à ses aspirations infinies; ce n'est pas l'élément important qui envahit le milieu naturel. C'est le progrès matériel qui est la source des conflits entre l'homme et la nature. Dans les pays évolués, malgré l'abondance grandissante, nous cherchons tous ensemble à pousser plus loin la croissance. Comme l'affirme René Dubos: «Nous détestons la pollution et l'encombrement de notre milieu, mais nous aimons la prospérité économique et, encore plus, les appareils.»¹²⁶ L'homme moyen croyait que la richesse lui apporterait le bonheur; malgré les problèmes de plus en plus complexes des sociétés affluentes et en dépit du fait que son aisance accrue tend à augmenter plutôt qu'à diminuer ses besoins et ses ambitions, il le croit toujours. Néanmoins, l'inflation chronique grève ses revenus qui ne permettent pas de satisfaire tous ses nouveaux désirs. Ainsi il est plus frustré et plus révolté que

lorsqu'il était pauvre. Cela ne suffit pas, toutefois, à le détourner de ses rêves; au contraire, il continuera d'exiger une croissance économique plus grande qu'on ne peut obtenir qu'en multipliant les innovations et en exploitant d'une façon encore plus dangereuse l'espace habitable de même que les ressources restreintes et non renouvelables de la planète. Ainsi, les pays évolués semblent tourner dans un cercle vicieux où la richesse engendre un besoin insatiable d'une abondance toujours plus grande. Ils sont condamnés, semble-t-il, à croître à un rythme exponentiel. La nouvelle aspiration à la vie heureuse s'ajoute simplement à l'ancien désir de la vie copieuse. De la sorte, ces pays produisent une explosion économique ou, plus précisément, une croissance en spirale infinie. C'est ce qui faisait déclarer à Dennis Gabor dans son livre récent: *Innovations*: «Malheureusement, c'est la croissance continue qui absorbe notre énergie et notre optimisme; le culte de la croissance quantitative démentielle doit cesser.»¹²⁷ Toute menaçante qu'elle est, cette spirale ne serait pas catastrophique si elle était la seule à être active; en effet, d'après de récentes projections, les pays évolués compteront moins de 20 pour cent de la population mondiale en l'an 2000.¹²⁸ Cependant, un autre phénomène terrifiant se fait jour. Les pays en voie de développement offrent un modèle de croissance bien différent. A mesure qu'ils passent de l'état de misère à celui de pauvreté, ils connaissent une explosion de population qui est la conséquence d'une alimentation plus abondante et d'une amélioration des soins médicaux; il en résulte un accroissement de la longévité féminine et une diminution de la mortalité infantile. Ainsi la hausse du niveau de vie, qui semble être le seul moyen «naturel» d'assurer un déclin sensible de la natalité, est retardée et crée une autre spirale menaçante. De récentes projections font voir que, d'après les tendances actuelles, même en comptant sur une aide extérieure constante, le revenu annuel, dans la plupart de ces pays, n'atteindra pas \$300 par tête avant le 22^e siècle; il y a plus de cent ans que nous avons dépassé ce niveau au Canada. De plus, la «révolution verte» tend à accroître le chômage dans les villes plutôt qu'à ralentir le taux de natalité.

Ainsi les pays en voie de développement tout comme les pays évolués sont condamnés, semble-t-il, à une loi exponentielle de croissance, bien que dans leur cas il s'agisse d'une explosion démographique plutôt qu'économique. Les deux tendances auront tout de même une incidence négative semblable sur le milieu naturel. Voici ce que disait le Dr Lester R. Brown à propos de la révolution verte: «La question centrale n'est plus: sommes-nous capables de produire assez de vivres, mais quelles seront les conséquences sur l'environnement si nous essayons de le faire?»¹²⁹ En outre, ce double modèle de

croissance va également entraîner un écart qui s'élargira rapidement entre les deux mondes.

Les problèmes de l'humanité offrent donc deux dimensions. D'abord un nombre grandissant d'experts sont d'avis que le système qui relie l'homme à la nature est en train d'atteindre son point de rupture. Par exemple, en 1962, Norbert Wiener nous avertissait déjà :

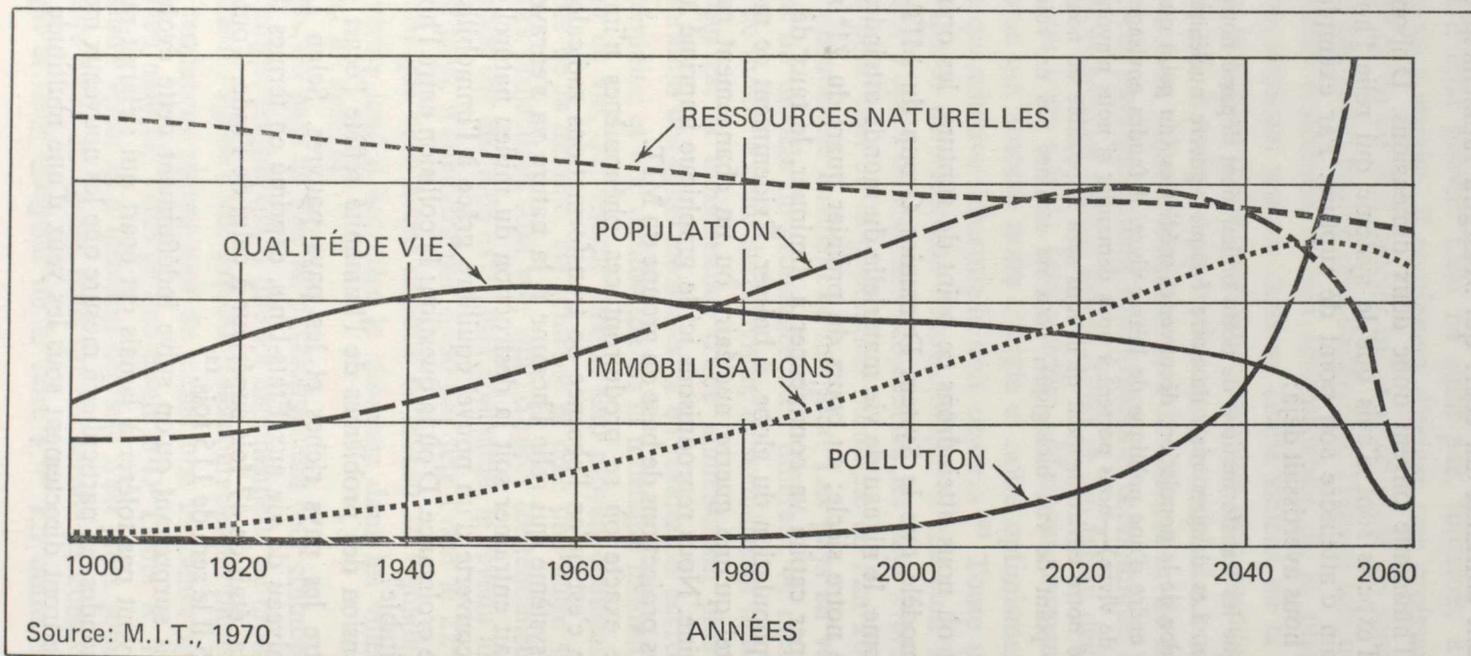
Il est fort possible que les transformations de notre milieu aient dépassé notre capacité d'adaptation. Les dangers réels de notre époque—guerre nucléaire, mécanisation, explosion de la population, découvertes médicales (au point que très bientôt, dans le cadre d'une politique de laisser-vivre, il faudra envisager d'empêcher les gens de vivre)—nous portent à nous demander si nous n'avons pas tellement changé notre environnement qu'il nous sera impossible de nous y adapter et si, au point de vue biologique, nous ne sommes pas en voie d'extinction.¹³⁰

A propos du moment où nous atteindrons ce point de rupture, les opinions varient. D'après un modèle que le System Dynamics Group du MIT soumettait au Club de Rome, le niveau de vie matérielle du monde atteindra son sommet vers la fin de notre siècle; au cours du premier quart du 21^e siècle la quantité de vivres per capita va commencer à diminuer, le taux de mortalité, à monter et la population du globe, à baisser. Évidemment ce modèle écarte tout imprévu tel qu'une guerre nucléaire ou un changement radical du mode de vie humaine. Nous reproduisons ici le graphique imprimé à l'ordinateur qui résume les projections de base du groupe du MIT.

En réalité, la date exacte où se produiront ces phénomènes n'importe guère. Ce qui compte c'est qu'en l'absence de transformations radicales des conditions de vie, le système qui relie l'homme à la nature va s'enrayer tôt ou tard, ce qui pourrait entraîner soit la destruction du milieu naturel et de l'humanité, soit la découverte d'un nouvel équilibre grâce à l'immobilisation de ces deux spirales de croissance. D'où la question: la collision entre l'homme et la nature est-elle évitable?

La deuxième dimension des problèmes de l'humanité reflète l'écart grandissant qu'il y a entre les pays riches et les pays pauvres. Selon Lester Brown, en 1965, le niveau de vie aux États-Unis, exprimé en termes de revenu annuel per capita, était de 47 fois supérieur à celui de l'Inde. Toutefois, on s'attend qu'en 1995 il le sera de 115 fois.¹³¹

Cependant, il serait surprenant qu'on suive indéfiniment cette évolution. Les pays pauvres ne vont pas tolérer à jamais cet écart qui s'élargit rapidement entre les deux mondes, en particulier à mesure que les nouveaux moyens de communication mettront directement sous les yeux d'une multitude d'in-



LA DÉPERDITION DES RESSOURCES ENTRAËVE LA CROISSANCE

digents les splendeurs de l'abondance grandissante dont jouissent ces 20 pour cent de privilégiés. Alors on se demande: est-il possible, au cours des trente prochaines années, de réduire de façon sensible cet écart grandissant? La plupart des commentateurs sont d'accord avec René Dubos:

Qu'on le veuille ou non . . . nous devons bientôt reformuler les principes de croissance quantitative qui ont régi le monde occidental depuis la révolution industrielle.¹³²

CONCLUSION

Les inconvénients de la technologie, la rupture imminente des rapports de l'homme avec la nature et l'écart matériel qui existe entre les peuples constituent trois problèmes que nous révèlent les tendances et les projections actuelles. Nous avons raison de tenir un compte sérieux de ces avertissements. Heureusement, comme le dit René Dubos: «Tendance ne veut pas dire destin.»¹³³ Un pays comme le Canada ne doit pas se laisser aller à un pessimisme exagéré pour la simple raison que les tendances universelles semblent pointer dans une direction dangereuse. Évitions de donner dans la panique, de jeter science et technologie par-dessus bord et de nous priver des bienfaits qu'elles apportent. Toutefois, nous ne pouvons plus continuer de jouer le rôle d'apprentis sorciers, car la nature saura, à sa manière, retenir ses trésors.

En termes plus précis, nous devons apprendre à tirer les bénéfices maximums de la science et de la technologie et à nous protéger non seulement contre leurs effets indirects contraires mais aussi contre les incidences négatives des moyens de nous développer sur d'autres plans que le plan matériel et d'accroître notre bonheur sans détruire notre milieu naturel. Dennis Gabor nous explique ce nouveau besoin: «L'innovation ne doit pas s'arrêter—elle doit prendre une direction tout à fait nouvelle. Au lieu de travailler aveuglément à produire des objets plus gros et plus perfectionnés, elle doit s'appliquer à améliorer la qualité de vie plutôt qu'à en accroître la durée. L'innovation doit rechercher une nouvelle harmonie, un nouvel équilibre; autrement elle n'arrivera qu'à provoquer une explosion.»¹³⁴

Il nous faut encore apprendre à concevoir et à diriger plus efficacement des organismes publics intéressés à la science et à la technologie; nous devons rattraper les retards et vaincre l'inertie qui caractérise presque toutes les institutions, de même que les éléments qui cherchent à détourner l'attention des problèmes d'aujourd'hui et de demain pour s'attarder aux questions qui sont déjà ensevelies dans les langes de l'histoire.

En d'autres termes, si nous ne voulons pas que les tendances se concrétisent, il nous faut «créer notre avenir».¹³⁵ Une politique scientifique géné-

rale peut contribuer au premier chef à relever le plus grand défi qu'a dû affronter l'humanité dans toute son histoire. A la suite d'un nombre grandissant d'experts, le Comité constate que le temps presse de lancer cette opération sans précédent; si, au cours de la présente décennie, nous ne réussissons pas, au niveau national et international, à mettre sur pied les stratégies et les structures nécessaires, les problèmes planétaires auront pris une allure si vertigineuse qu'ils seront par la suite insolubles. Les difficultés actuelles ne devraient pas nous empêcher de déclarer un état d'urgence mondial et d'agir aujourd'hui en prévision d'un avenir plus lointain.

NOTES ET RENVOIS

1. Marie Boas, *The Scientific Renaissance, 1450-1630*, Harper and Bros., New York, 1962.
2. Herbert Butterfield, *The Origins of Modern Science*, édition brochée revue et corrigée, The Free Press, New York, 1965, p. 7.
3. René Dubos, *Les rêves de la raison, Sciences et utopies*, Denoël, Paris, 1964, p. 47.
4. Robert Merton, *Science, Technology and Society in Seventeenth Century England*, Bruges, 1938, Chap. 15.
5. René Descartes, *Oeuvres de Descartes* publiées par Charles Adam et Paul Tannery, Paris, 1902, Vol. 6, *Discours de la méthode I*, partie 6, page 61.
6. Derek J. de Solla Price a clairement esquissé cet accroissement dans ses ouvrages intitulés: *Science Since Babylon*, Yale U.P., 1961 et *Little Science, Big Science*, Columbia U.P., 1963.
7. Michael D. Reagan, *Science and the Federal Patron*, Oxford U.P., New York, 1969, pp. 11-12.
8. OCDE, *Science, Croissance et Société*, OCDE, Paris, 1971, p. 5.
9. Michael Harrington, *The Accidental Century*, Penguin Books, Baltimore, Maryland, 1966, p. 242.
10. *Citations du président Mao Tsé Toung*, les Éditions du Seuil, Paris 1967, p. 222.
11. D'après le produit national brut total. Consulter l'étude d'un journaliste britannique: P. B. Stone, *Japan Surges Ahead: Japan's Economic Rebirth*, Weidenfeld & Nicholson, Londres 1969; celle d'un observateur français: Robert Guillain, *Le Japon, Troisième Grand*, les Éditions du Seuil, Paris, 1969; l'étude hypothétique de Herman Kahn, *The Emerging Japanese Superstate, Challenge and Response*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1970.
12. Thomas S. Kuhn, «The Relations Between History and History of Science», *Daedalus*, printemps 1971, p. 285.
13. *Ibid.*, p. 283.
14. Le Comité sénatorial, *Une politique scientifique canadienne*, Ottawa, 1970, vol. 1, p. 4.
15. Walter Orr Roberts, *American Scientist*, 1967, cité par René Dubos, *Reason Awake*, Columbia University Press, New York, 1970, p. 64.
16. Au cours du 14^e siècle, on estime que la peste noire a fait disparaître 25 millions d'Européens et qu'en 1664-1665 la grande peste de Londres a emporté un sixième de toute la population. *Technology Review*, mai 1968, pp. 35-36.
17. René Dubos, *Man Adapting*, Yale University Press, 1965, pp. 163 et 369.
18. Harold M. Schmeck Jr., «In Health, the Accent Switches to Prevention», *New York Times*, 12 janvier 1970, p. 75.
19. Un médecin, le D^r Howard A. Rusk, explique, dans le *New York Times* du dimanche, 13 décembre 1970, que l'épidémie de rubéole qui eut lieu en 1964 entraîna la mort ou l'invalidité de plusieurs milliers d'enfants. Aux États-Unis, le coût de l'hospitalisation,

des soins médicaux, de la réadaptation et de l'éducation particulière des survivants tarés de toutes sortes d'handicaps a été estimé à plus de \$2 milliards. Selon ce spécialiste, les épidémies de rubéole reviennent tous les six à neuf ans en Amérique du Nord.

Le gouvernement américain aura fait immuniser 60 millions de pré-adolescents au milieu de l'année 1975 et l'on compte ainsi éviter la répétition du désastre de 1964-1965 où 20,000 bébés sont nés atteints de sérieuses affections et où 30,000 autres cas de grossesse ont tourné en avortements involontaires et en mises au monde d'enfants mort-nés. («Rubella Vaccine Sped to Millions», *New York Times*, 22 mars 1970). Toutefois, Jane Brady («New Research on Rubella Challenges Effectiveness of Vaccination Program», *New York Times*, 29 septembre 1970) signale que, selon certaines indications, le vaccin ne garantit pas une immunité aussi grande au virus de la rubéole que la maladie elle-même. On prétend également qu'un petit nombre d'enfants vaccinés peuvent être porteurs de germes et propager l'infection (article de Walter Sullivan, *New York Times*, 4 août 1970).

20. D^r Ralph E. Johnson du U.S. National Cancer Institute, cité dans *Newsweek*, 22 février 1971, p. 90.
21. *Newsweek*, *op. cit.*, pp. 88 et 90. Voir aussi *The Globe and Mail*, 28 janvier 1970.
22. Dans plusieurs des États du nord-est des É.-U., on lance sur le marché souvent à l'insu du consommateur, des fibres de soya filées qui ont exactement le goût de la viande; des douzaines d'hôpitaux, de prisons, de restaurants, de cafétérias scolaires ou industrielles mettent ces succédanés à leurs menus quotidiens. On estime que dans 10 ans l'industrie de la viande artificielle atteindra un chiffre d'affaires de \$2 milliards aux É.-U. (Sandra Blakeslee, High-Protein Food, Created in Laboratories, is Starting to Enter the Consumer's Diet, *New York Times*, 1^{er} mars 1970.)
23. «Japanese to Produce Meat from Wheat», *New York Times*, 29 novembre 1968.
24. Jean Mayer, «Toward a Non-Malthusian Population Policy», *Columbia Forum*, été 1969, Volume XII, n° 2, p. 5.
25. Sandra Blakeslee, *New York Times*, *op. cit.*, 1^{er} mars 1970.
26. Magnus Pyke, «A Taste of Things to Come» *New Scientist* 17 décembre 1970 pp. 512-514. Voir aussi John Murray, *Synthetic Foods*, Londres, 1971.
27. Victor Basiuk, «The Impact of Technology in the Next Decades», *Orbis*, printemps 1970, p. 26.
28. J.C.R. Lickliger, «Televistas: Looking Ahead Through Side Windows», appendice à *Public Television, A Program for Action*, rapport de la Commission Carnegie sur la télévision éducative, Bantam Books, New York, 1967, p. 211.
29. Albert G. Hill, Technology and Television, appendice à *Public Television, A Program for Action*, *op. cit.*, p. 197.
30. Un personnel de 150 produit quatre cours de base de première année; 250 succursales régionales fournissent des assistants d'enseignement et des conseillers en orientation et s'occupent de réunir les étudiants. Il en coûte environ \$250 par étudiant par année; on peut obtenir un baccalauréat en trois ans. Les installations de la BB aux fins de l'Université «ouverte» atteignent environ \$10 millions et les coûts de fonctionnement, à peu près \$20 millions. *Business Week*, 16 janvier 1971, p. 79.
31. Par exemple, Richard M. Cyest, doyen de l'École des Hautes Études d'administration industrielle de la Carnegie-Mellon University prévoit transmettre la nouvelle documentation à des centres audio-visuels, grâce à des réseaux d'ordinateurs. *Business Week*, 5 décembre 1970, p. 58.
32. *L'Express*, n° 1009, 9 au 15 nov. 1970, p. 34.
33. Patrick Suppes, «The Uses of Computers in Education», *Scientific American*, sept. 1966 (cité par C.E. Silberman, *Crisis in the Classroom: The Remaking of American Education*, Random House, New York, p. 187).
34. Patrick Suppes, *New York Times Annual Education Review*, 12 jan. 1970. (cité par Silberman, *op. cit.* p. 188).
35. Anthony G. Oettinger, *Run, Computer, Run: The Mythology of Educational Innovation*, Harvard University Press, Cambridge, 1969, p. 215.
36. Victor Basiuk, «The Impact of Technology in the Next Decades», *Orbis*, printemps 1970, p. 26.

37. J. C. Thompson, «The Value of Weather Forecasts», *Science Journal*, décembre 1969, pp. 62-67.
38. «The ERTS program and Canada», *Globe and Mail*, 4 mars 1971.
39. R. P. Hammond, «Low Cost Energy: A New Dimension», *Science Journal*, vol. 5, n° 1, janvier 1969, pp. 34-44. Hammond prétend que des réacteurs générateurs produiront éventuellement, à partir de grains contenant seulement 12 ppm d'uranium et de thorium, dix fois autant d'énergie que si l'on utilisait un morceau de charbon de poids égal.
40. Aux États-Unis, l'AEC, l'industrie nucléaire et les sociétés d'énergie électrique ont mis en commun des ressources considérables en vue de mettre au point des moyens technologiques qui permettraient à des réacteurs générateurs de produire en 1984 de l'électricité en quantités commerciales. Glenn T. Seaborg et Justin L. Bloom, «Fast Breeder Reactors», *Scientific American*, Vol. 223, n° 5, nov. 1970, pp. 13-21.
41. D^r I. N. Golovin, cité dans *Science Journal*, 1^{er} décembre 1969, p. 17.
42. William C. Gough et Bernard J. Eastland, «The Prospects of Fusion Power», *Scientific American*, vol. 224, n° 2, fév. 1971, p. 64.
43. Arthur Galston, «Crops without Chemicals», *New Scientist*, 3 juin 1971, pp. 577-579.
44. Pierre Teilhard de Chardin, *Le Phénomène humain*, les Éditions du Seuil, Paris, 1955, p. 278.
45. Cité dans «Man into Superman: The Promise and Peril of the New Genetics», Section spéciale, *Time*, 19 avril 1971, p. 35.
46. Le journaliste scientifique, G. Rattray Taylor, décrit quelques découvertes de la nouvelle biologie dans *The Biological Time Bomb*, Thames and Hudson, Londres, 1968.
47. Paul Armer, «Computer aspects of technological change, automation, and economic progress», tiré de *Technology and the American Economy*, rapport de la National Commission on Technology, Automation, and Economic Progress, appendice au vol. 1, *The Outlook for Technological Change and Employment*, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., février 1966, pp. 1-205 à 1-232.
48. John S. Saloma, «System Politics: The Presidency and Congress in the future», *Technology Review*, décembre 1968, pp. 23-33. Repris et augmenté dans *Congress and the New Politics*, Little, Brown and Company, Boston.
49. Déjà en Allemagne occidentale, le Dr. Helmut Krauch a montré qu'on peut se servir de la TV et des ordinateurs «pour permettre aux citoyens de participer directement—en masse—aux décisions politiques». Voir aussi «You too can govern the nation's future», *The Sunday Times*, Londres, 18 juillet 1971.
50. Olaf Helmer, «Science», *Science Journal*, octobre 1967, p. 50.
51. Par exemple, F. G. Heath passe en revue les nouvelles améliorations des circuits électroniques dans la livraison de février 1970 de *Scientific American* («Large-Scale Integration in Electronics»), pp. 22-31. Heath signale que la technique qui produit des circuits comportant une densité élevée de branchements par groupe d'unités (LSI, soit «large-scale integration» ou intégration d'éléments multiples) semble en mesure de placer 50,000 à 100,000 éléments au pouce carré; puis il ajoute que «si l'on arrive à placer [100,000] éléments dans un pouce cube de matériel (ce qu'on réussira dans une dizaine d'années), la densité des éléments électroniques atteindra environ un quart de celle des cellules nerveuses du cerveau humain.» Il conclut: «Voici quelques-unes des nouvelles possibilités que permettra la LSI: la télévision modèle bracelet-montre, des jouets robots de quelques pouces, un terminal d'ordinateur dans chaque foyer, des voitures à conduite électronique. On prévoit que des marchés nouveaux aussi étendus permettront des réductions importantes du prix des circuits LSI. Les années 1970 devraient marquer une période d'expansion de la microélectronique.»
52. Aristote, *Politique*, texte français par M. Prélat, P.U.F., Paris, 1950, p. 12.
53. Olaf Helmer, *Social Technology*, Basic Books, New York, 1966, ou *Science Journal*, prévision de l'avenir, Londres, octobre 1967, vol. 3, n° 10.
54. Harvey Brooks, «The Pratical Uses of Pure Research», *New York Times*, 12 janvier 1970.
55. «Fighting to Save the Earth from Man», *Time*, 2 février 1970, pp. 42-44.

56. René Dubos, «The Predicament of Man». *Science Policy News*, vol. 2, n° 6, mai 1971, p. 65.
57. John Cornwell, «Is the Mediterranean Dying?» *The New York Times Magazine*, 21 fév. 1971.
58. Thor Heyerdahl, «The Voyage of the Ra II», *National Geographic*, janvier 1971, p. 55.
59. Éditorial, «Man the Polluter», *New York Times*, 23 juillet 1969.
60. Débats du Sénat, rapport officiel (Hansard), 23 octobre 1969.
61. «Spills of Alaskan crude [oil] could shatter Arctic ecology», *New Scientist*, 24 décembre 1970, p. 538.
62. Philip Winslow, «Fabled St. Lawrence River, 'an open sewer'», *Montreal Star*, samedi, 27 septembre 1969.
63. Cité par Nigel Calder, *Technopolis, Social Control of the Uses of Science*, MacGibbon and Kee, Londres, 1969, p. 182.
64. «Mercury-treated seed poisons partridge, Alberta bans hunting», *Globe and Mail*, 30 octobre 1969.
65. Le 22 février 1970, le programme de télévision CTV «W5» présentait un débat portant sur le traitement des graines au méthyle de mercure; on y a fait voir, à l'aide de dessins, l'effet qu'exerce ce produit sur les êtres humains et sur les oiseaux. On a prétendu que le pourcentage de mercure que contenaient certains faisans et certaines gélinottes de l'Alberta équivalait à cinq fois le degré permis. Quelqu'un a insinué que le gouvernement albertain ignorait le danger que présente le méthyle de mercure; toutefois, un expert suédois en pollution a déclaré à notre Comité que le méthyle de mercure était «un composé chimique particulièrement dangereux.» Un chercheur universitaire affirmait à ce programme que la Suède avait interdit depuis quatre ans l'usage du méthyle de mercure et il ajoutait: «Ce qui manque au Canada c'est un mécanisme qui pourrait combler le vide et appliquer les connaissances acquises.»
66. Peter and Katherine Montague, «Mercury: How Much Are We Eating?», *Saturday Review*, 6 février 1971, pp. 50-54.
67. Ce chiffre de 100 paraîtra peut-être exagéré à ceux qui ont lu les comptes rendus du Symposium organisé en février 1971 sous l'égide de la Société Royale du Canada, sur le sujet, *Mercury in Man's Environment*. L'orateur chargé du discours d'introduction à ce Symposium, W. E. Lewis, d'AECL, a donné un aperçu historique des dangers du mercure et il a laissé entendre que 52 malades japonais avaient été traités pour la maladie de Minamata et que 3 d'entre eux avaient succombé à cette maladie. Le D^r Lewis a également parlé de «certains de nos écrivains alarmistes de la pollution...»
Une Conférence d'experts mondiaux de l'environnement a été convoquée au MIT et voici ce que l'on peut relever à la page 137 du compte rendu de cette Conférence, *Man's Impact on the Global Environment* (rapport de l'étude sur les problèmes critiques d'environnement, MIT Press, 1970): «Le Japon a connu 111 cas d'empoisonnement par le mercure (dont 41 ont eu une issue fatale) du fait d'avoir mangé du poisson ou des coquillages provenant de la Baie de Minamata. . . D'autres cas d'empoisonnement (26) ont été signalés à Niigata City, dont 5 morts, attribuées à la même cause.»
68. *Man's Impact on the Global Environment: Assessment and Recommendations for Action*, Étude des problèmes critiques de l'environnement (SCEP), parrainée par le M.I.T., M.I.T. Press, 1970, p. 138.
69. La fréquence de la maladie ouch-ouch (itai itai byo, c'est-à-dire «cela fait mal, cela fait mal!») dans un village japonais est attribuée au riz et au soya cultivés sur place par les habitants et irrigués par des eaux contaminées par le cadmium provenant des déchets d'une mine et d'une usine de métaux lourds situées à proximité. De multiples autres recherches montrent qu'il existe une étroite corrélation entre les maladies des poumons, du cœur, du foie et des reins et le fait d'avoir été contaminé par le cadmium soit par inhalation, soit par ingestion orale. Néanmoins, certains scientifiques et experts en matière d'aliments et de drogues, y compris des Canadiens, demeurent

- sceptiques sur ce point tandis que, selon les chercheurs intéressés, les niveaux de tolérance ou bien ne sont pas respectés ou sont placés trop haut pour assurer la sécurité à long terme de la population. Ce sont des problèmes d'environnement de ce genre, caractérisés par les opinions divergentes des experts, qui préoccupent le public et les parlementaires par leur caractère ambigu (Voir, par exemple, Robert Nilsson, *Aspects of the Toxicity of Cadmium and its Compounds*, Ecological Research Committee, Bulletin n° 7, Conseil des sciences naturelles de Suède, mars 1970; Julian McCaull, «Building a Shorter Life», *Environment*, septembre 1971; Jon Tinker, «Ouchi-Ouchi: Your Cadmium's showing», *New Scientist et Science Journal*, 22 avril 1971; «Metals Focus Shifts to Cadmium», *Environmental Science*, septembre 1971.)
70. Le *Time* a qualifié le livre de Rachel Carson d'«explosion fausse et émotive»; il l'a accusée d'utiliser son talent littéraire à effrayer et à exciter les lecteurs.» (*New York Times*, 1^{er} mars 1970, compte rendu de *Since Silent Spring*, par Frank Graham, jr., Houghton Mifflin, Boston). René Dubos nous apprend qu'à la suite de la publication du livre de Rachel Carson, le président Kennedy a nommé un comité d'experts reconnus qui furent chargés de le conseiller sur la question des pesticides. Dubos rapporte que ces spécialistes ont conclu que ce que disait Rachel Carson était vrai et qu'il fallait entreprendre une étude scientifique plus poussée des effets biologiques de ces produits; «toutefois, ajoute Dubos, je suis absolument certain que si des étudiants du niveau post-baccalauréat de ces éminents professeurs appartenant à ces fameuses universités avaient voulu travailler sur les pesticides, on les aurait invités à transporter leurs pénates ailleurs. Ce que je sais c'est qu'aucun des membres de ce comité n'a pris de mesures, au cours des derniers sept ou huit ans, pour encourager la mise en route d'études sur la toxicité des pesticides.» (René Dubos, «We Can't Buy Ourselves Out», *Psychology Today*, mars 1970, p. 22 et p. 86).
 71. Paul R. Ehrlich and Anne H. Ehrlich, *Population Resources Environment: Issues in Human Ecology*, W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1970, p. 132.
 72. Philip Handler, «The Federal Government and the Scientific Community», *Science*, vol. 171, n° 3967, 15 janvier 1971, p. 148.
 73. Göran Löfroth, cité par Ehrlichs, *op. cit.*, p. 134.
 74. Ehrlichs, *op. cit.*, p. 134.
 75. Alvin M. Weinberg, Lettre à *Science*, 5 novembre 1971, pp. 546-547.
 76. Un exemple qui illustre la manière dont cette procédure commence à s'implanter nous est fourni par W. D. Ruckelshaus, U.S. Environmental Protection Agency Administrator, qui en septembre 1971, affirmait: «Des décisions telles que celle concernant le sort du DDT ne sont pas des décisions qui relèvent uniquement de la compétence de l'homme de science dans son laboratoire. Il s'agit essentiellement de décisions qui relèvent du public, auquel il appartient de décider de la qualité de vie qu'il veut et des risques qu'il accepte de courir pour l'obtenir». Dans le passage suivant, W. Ruckelshaus nous donne sa propre conception de ses responsabilités et de celles des hommes de science vis-à-vis du public: D'abord, je suis convaincu que pour qu'une décision concernant l'emploi d'une substance chimique quelconque soit acceptée par le public et par les moyens de communication de masse susceptibles d'influencer considérablement le jugement du public, il faut que cette décision se prenne en pleine lumière et qu'elle reçoive toute la publicité utile. Il ne m'est plus possible de convoquer des hommes de science dans mon bureau et, après avoir débattu la question, d'annoncer que sur les conseils de ces hommes de science, j'ai pris une certaine décision. Au lieu de cela, je dois étaler toutes mes preuves scientifiques et les avis reçus, sur la table où d'autres scientifiques et le public pourront les examiner, voire même faire un examen contradictoire, avant qu'il me soit permis de prendre une décision définitive. Je conçois très bien que certains scientifiques se soient émus du fait que j'aie réclamé une audience publique avant de statuer sur le DDT et, dans le cas du 2, 4, 5-T, que j'aie voulu rendre public le rapport du comité consultatif scientifique puis de convoquer une audience publique sur la question. Je comprends parfaitement le goût des hommes de science pour le silence, plus propice à la recherche de solutions rationnelles aux problèmes de l'heure, ainsi que leur aversion pour cette

espèce d'hystérie collective que font naître parfois les débats publics sur les questions qui touchent à l'environnement. Mais dans une société libre et ouverte, on ne peut plus se permettre ce luxe. J'ai des comptes à rendre au public concernant ma décision—je dois lui expliquer pourquoi j'ai pris telle initiative ou rejeté telle autre. Vous aussi, vous avez des explications à donner au public si vous voulez que cette décision soit couronnée de succès. Que ceux qui appuient la décision fassent ou non entendre leur voix, certains de ceux qui s'y opposent feront sûrement entendre la leur. Et tous les points de vue doivent être entendus. Quelle que soit la charge émotionnelle dont s'entoure une question, c'est la raison qui doit l'emporter. Ne pas donner publiquement son appui à une sage décision équivaut à capituler dans la bataille que nous livrons pour convaincre le public du bien-fondé de cette décision. Or, sans la confiance du public, ni vous ni moi ne serons plus longtemps chargés de prendre des décisions que ce public estime vitales pour lui.»

77. *Restoring the Quality of Our Environment*, Washington, D.C. Government Printing Office, novembre 1965, p. 123.
78. Les spécialistes ne peuvent calculer avec précision quel sera l'accroissement du gaz carbonique dans l'atmosphère. Une étude indique qu'il aura probablement augmenté de 20 pour cent en l'an 2000 et que la température de la surface terrestre gagnera 1°C., peut-être davantage. Tous reconnaissent toutefois la nécessité d'une meilleure compréhension du problème. Voir: *Man's Impact on the Global Environment, Assessment and Recommendations for Action*, *op. cit.*, pp. 55 et 88.
79. «Chemist predicts pollution may bring on new ice age», *New York Times*, 9 août 1969.
80. Si la poussière ou les particules qui flottent dans l'atmosphère supérieure augmentent, une grande partie de l'énergie solaire sera réfléchiée, ce qui entraînera une baisse de la température atmosphérique. Certains critiques des avions de transport supersoniques prétendent que la vapeur d'eau qu'ils vont dégager dans l'atmosphère supérieure va augmenter la couverture des nuages terrestres qui empêcheront de plus en plus l'énergie solaire d'atteindre notre planète. Des calculs plus récents montrent que si le danger qu'il y a d'élever la quantité de gaz carbonique de l'atmosphère est assez faible, celui que comporte l'accroissement des particules n'en est pas moins réel; le fait d'augmenter l'opacité de l'atmosphère par un facteur de 4 peut suffire, si on le maintient pendant quelques années, à ramener un autre âge glaciaire. Voir: S. I. Rasool and S. H. Schneider, «Atmospheric Carbon Dioxide and Aerosols: Effects of Large Increases on Global Climate», *Science*, vol. 173, n° 3992, 9 juillet 1971, pp. 138-141.
81. Eugène B. Skolnikoff, *The International Functional Implications of Future Technology*, communication présentée à la réunion de l'American Political Science Association, Los Angeles, septembre 1970.
82. LaMont C. Cole, *Can the World be Saved?*, communication présentée à la 134^e réunion de l'American Association for the Advancement of Science, 27 décembre 1967, pp. 8-9; parue dans *Bio Science*, juillet 1968.
83. *A Strategy for a Livable Environment*, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Gov. Printing Office, Washington, 1967, pp. ix, 5.
84. Cole, *op. cit.*, p. 9.
85. L. U. Berkner, *Population Bulletin*, 22, 83 (1966).
86. *Can Man Survive Pollution?*, Symposium, Georgia Tech., 8 mai 1968.
87. Wallace S. Broecker, «Man's Oxygen Reserves», *Science*, 26 juin 1970, p. 1538.
88. «A Lethal Element», *New Scientist*, 18 février 1971, p. 340.
89. *Ibid.*, p. 340. On a constaté récemment que ce sont les animaux qui sont les premiers à souffrir de la pollution atmosphérique par le plomb. Par exemple, une grande partie des bêtes du Zoo de Staten Island en sont atteintes: voir: «Lead Poisoning: Zoo Animal May be the First Victims», par R. J. Bazell, *Science*, vol. 173, n° 3992, 9 juillet 1971.
90. Cité dans «Capital outlay for lead-free gas set at \$600 million by refiner», le *Toronto Globe and Mail*, 23 février 1971, p. B5.
91. *Cash is Trash? Maybe*, *Forbes*, 15 février 1970, pp. 18-24.

92. J. Lukasiewicz, *Complexity and Saturation in an Environment of High Technology*, College of Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Report VP1-E-70-21, décembre 1970, p. 17.
93. Michael B. Walsh, «The Garbage Crisis: 'What can we do with it?'», *The Ottawa Journal*, 2 décembre 1968.
94. On calcule environ cinq livres de déchets solides par personne par jour et une densité de treize livres par pied cube.
95. «Pulp pollution curbs may be 'disastrous'», *Globe and Mail*, 23 février 1971, p. 5.
96. «Ecology: a cause becomes a mass movement», *Life*, 30 janvier 1970, p. 22.
97. Thomas R. Blackburn, «Sensuous—Intellectual Complementarity in Science», *Science*, vol. 172, n° 3987, 4 juin 1971, pp. 1006-1007.
98. Voir, par exemple, *Unless Peace Comes, A Scientific Forecast of New Weapons*, publié par Nigel Calder, Viking Press, New York, 1968.
99. Le Dr Léon R. Kass de l'U.S. Academy of Sciences prédit que, à la fin de notre siècle, certains individus connaîtront une longévité accrue de 20 à 40 ans. (Cité dans «Scientist Foresees a Longer Life Span, Mainly for the Affluent», *New York Times*, 23 février 1971).
100. Sheldon Norick, *The Careless Atom*, Houghton & Mifflin, Boston, 1969, et Richard Curtis et Elizabeth Hogan, *Perils of the Peaceful Atom*, Doubleday, N.Y., 1969. Les critiques réputés de l'énergie nucléaire, John W. Gofman et Arthur R. Tamplin ont récemment ajouté leur livre à la collection des ouvrages qui demandent de nous protéger contre les usines d'énergie nucléaire: *Poisoned Power*, Rodale Press, Emmaus, Pens. 1971. Ces auteurs affirment: «Nos recherches nous ont convaincus que les radiations que produisent les usines d'énergie atomique qui se multiplient comme des champignons constituent un danger beaucoup plus sérieux qu'on l'avait cru d'abord.» (Cité dans le *New York Times Book Review*, 8 août 1971, p. 21).
101. On trouvera une étude de cette question très technique et fort controversée dans *Science*, 6 février 1970. En ce qui a trait à l'accusation voulant que l'AEC ait persécuté Gofman et Tamplin; voir *Science*, 28 août 1970.
102. «Nuclear Power Loses a Battle in Court», *Business Week*, 31 juillet 1971, p. 24.
103. «Nuclear Hazards and the Public», *New Scientist*, 7 janvier 1971, p. 4.
104. James D. Watson, «Potential Consequences of Experimentation with Human Eggs», *International Science Policy*, Committee on Science and Astronautics, U.S. House of Representatives, Washington, 1971, p. 157.
105. *Ibid.*, p. 151.
106. *Ibid.*, pp. 159-160.
107. Gordon Rattray Taylor, *The Doomsday Book*, Thames and Hudson, Londres, 1970.
108. Parue dans *Bulletin of the Atomic Scientists*, septembre-novembre, 1965.
109. Erich Fromm, *The Revolution of Hope: toward a humanized technology*, Harper and Row, New York, 1968, (Bantam Book, éd. brochée), p. xvii.
110. *Ibid.*, p. 1.
111. *Ibid.*, p. 45.
112. Dr. Jeffrey K. Hadden, «The Private Generation», *Psychology Today*, octobre 1969, [*New York Times*, 29 septembre 1969.]
113. *Manchester Guardian*, «Young People Appalled by Science», 21 décembre 1967.
114. «Physics and Polity», *Science*, vol. 160, 26 avril 1968, p. 397.
115. «Soviets on the Campus», *The Observer*, Londres, 19 mai 1968; voir aussi l'éditorial «Germany's Young Left», Kai Hermann, *Encounter*, avril 1968.
116. Lors d'un sondage récent mené auprès d'étudiants de collèges américains et portant sur la «vie de famille», les «chefs dynamiques», la «sécurité économique», la «science et le technologie» et la «liberté individuelle», la plupart d'entre eux ont indiqué qu'on accordait une priorité trop grande à «la science et à la technologie» et une priorité trop faible à «la vie de famille». *Newsweek*, 22 février 1971, p. 61.
117. «2000: How we will live in it», *Monetary Times*, décembre 1967.
118. Cité par F. S. C. Northrop in *Man, Nature and God*, Simon and Schuster, N.Y., 1962, p. 63.

119. Allocution d'adieu, Washington, 18 janvier 1961, p. 22. Récemment le D^r Herbert York, haut fonctionnaire du ministère de la Défense dans le gouvernement du Président Eisenhower, a exposé en détail les dangers que comporte une élite de ce genre; voir Herbert York, *Race to Oblivion*, Simon and Schuster, New York, 1971, p. 256.
120. *Crisis Now, Crisis in the Cities, Crisis in Vietnam, A Commitment to Change*, James M. Gavin, Random House, N.Y., 1968, p. 9.
121. *The Triumph of Technology: 'can' implies 'ought'*; Hasan Ozbekhan, System Development Corp., Santa Monica, Californie, (cité par Fromm, *op. cit.*, p. 33).
122. Fromm, *op. cit.*, pp. 32-33.
123. Conseil économique du Canada, *Quatrième revue annuelle*, septembre 1967, p. 85.
124. Cité par René Dubos, *Reason Awake*, Columbia University Press, New York, 1970, p. 128.
125. J. Randers et Dennis L. Meadows, «The Flow of DDT in Environment from Chemical Plants to Biomass», *Project on the Predicament of Mankind*, (manuscrit, Le Club de Rome), p. 3.
126. René Dubos, *Reason Awake*, p. 127.
127. Cité par René Dubos, «The Predicament of Man», *Science Policy News*, vol. 2, n° 6, mai 1971, p. 67.
128. *The World Food Problem*, Rapport du Comité scientifique consultatif du Président, vol. 1, mai 1967, p. 24.
129. Lester R. Brown, «Human Food Production as a Process in the Biosphere», *Scientific American*, septembre 1970, p. 170.
130. Norbert Wiener, cité par René Dubos, *Reason Awake*, pp. 124-125.
131. *The Next Ninety Years*, compte rendu d'une conférence qui s'est tenue au California Institute of Technology, en mars 1967, édité par Richard P. Schuster et le California Institute of Technology, Pasadena, 1967.
132. René Dubos, «The Predicament of Man», *Science Policy News*, vol. 2, n° 6, mai 1971, p. 66.
133. *Reason Awake*, *op. cit.*, p. 75.
134. Cité par René Dubos, *op. cit.*, p. 67.
135. Dennis Gabor, *Inventing the Future*, Secker & Warburg, Londres, 1963.

12

LES FONDEMENTS D'UNE POLITIQUE SCIENTIFIQUE: OBJECTIFS ET CARACTÉRISTIQUES DES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES

Obnubilé par ses nombreuses et complexes interactions, le monde de la science et de la technologie, de la recherche, du développement et de l'innovation demeure obscur. Au début du 1^{er} volume, nous faisons état de cette évidence: «Il serait bien naïf de proclamer au départ que nous avons trouvé des réponses complètes et définitives aux problèmes que la politique scientifique devrait résoudre. A l'issue de nos audiences et de nos discussions prolongées avec les plus grands experts du monde occidental dans ce domaine, nous pouvons nous consoler en disant qu'aucune personne, qu'aucun groupe et qu'aucun pays n'a encore découvert ces réponses.»¹ Les dirigeants des agences gouvernementales qui s'attendent à ce que le présent rapport leur fournisse une liste de programmes et de projets précis de R – D à abandonner ou à mettre sur pied resteront sur leur appétit. Le Comité ne croit pas que le Canada soit encore en mesure de faire une répartition rationnelle aussi détaillée de ses maigres ressources scientifiques et technologiques.

Avant que le gouvernement canadien puisse en arriver à définir avec précision le contenu de sa politique scientifique, il doit d'abord définir des objectifs et des stratégies de caractère général en fonction de l'effort national à fournir en matière de R – D; il doit aussi reviser ses méthodes d'intervention et réorganiser sérieusement ses organes et ses rouages administratifs. Nombre de ces décisions, pour être difficiles à prendre, n'en sont pas moins urgentes. Si notre pays n'arrive pas à trouver des solutions mieux fondées que par le passé, il n'aura aucune base sur laquelle appuyer un choix rationnel parmi plusieurs possibilités et il continuera d'avoir une politique scientifique «de hasard». C'est la raison pour laquelle le Comité a décidé de consacrer les derniers volumes de son rapport à l'étude d'objectifs et de

stratégies d'ensemble ainsi qu'à la mise sur pied de mécanismes gouvernementaux permettant de les atteindre efficacement.

Au cours du présent chapitre nous cherchons à déterminer une base sur laquelle il sera possible d'établir des objectifs et des stratégies permettant de définir un effort scientifique national ainsi qu'une politique scientifique globale et cohérente.

OBJECTIFS NATIONAUX ET POLITIQUE SCIENTIFIQUE

De toute évidence, une politique scientifique, à l'instar de toute autre politique gouvernementale, doit répondre de la façon la plus efficace possible, à des objectifs nationaux. Toutefois, le fait de penser à ces objectifs ne détermine pas automatiquement les buts, les stratégies et le contenu d'une politique scientifique.

Nombre de représentants du monde scientifique—surtout chez les ingénieurs et les technologues—ont dit au Comité: Fixez les objectifs et nous les atteindrons. Le Conseil des sciences du Canada, en s'efforçant «d'adopter une orientation judicieuse», en est venu, lui aussi, à la conclusion «qu'il devait d'abord trouver un cadre de référence» axé sur des objectifs sociaux, culturels et économiques. Il énumérait six objectifs: la prospérité nationale; la santé physique et mentale ainsi que des aspirations sociales élevées; un niveau d'instruction avancé universel et en croissance continue; la liberté individuelle; la justice et la sécurité pour tous dans un Canada uni; l'extension du temps de loisir et l'amélioration des chances de perfectionnement individuel; la paix mondiale fondée sur une répartition équitable des richesses existantes et potentielles du monde.² La société a pour fin ultime d'améliorer le plus possible la qualité de la vie de ses membres; aussi faudrait-il que la politique scientifique, comme, au reste, toutes les autres politiques, contribue à y parvenir. Toutefois, ce genre d'affirmation n'indique rien d'utile en matière de politique. Même s'il était possible d'identifier et d'accepter tous les objectifs et les besoins particuliers de la société, il ne serait pas réaliste de croire que l'effort scientifique national puisse les satisfaire pleinement. Les fonds et les effectifs scientifiques requis dépasseraient même les possibilités des États-Unis.

On pourrait éviter cette servitude en établissant un système de priorités applicable aux objectifs et aux problèmes nationaux. Ce ne serait pas une tâche facile, surtout dans le contexte d'une société démocratique et pluraliste où les critères «objectifs» peuvent ne pas coïncider avec les priorités «subjectives» de la population. Toutefois, malgré les difficultés prévues, les sociétés plus évoluées dont les exigences tendent à devenir de plus en plus

complexes et irréflechies, devront trouver le moyen de mieux définir leurs priorités nationales. En conséquence, les gouvernements auront à recourir à une planification plus poussée et plus rigoureuse, quitte à intéresser davantage la population et à restreindre le caractère inhumain de la bureaucratie et de la technocratie.

Il faut remarquer, cependant, que même un système adéquat de priorités générales pourrait ne pas nécessairement se centrer sur certaines priorités particulières au plan de l'effort scientifique national. En matière de recherche les demandes ne correspondent pas forcément aux besoins nationaux. Ainsi, les bonnes routes ont une priorité élevée, mais elles n'exigent pas toujours des recherches très poussées. D'autre part, même si un problème, la santé par exemple, peut être de prime importance pour le pays et exiger des recherches considérables, cela ne veut pas dire qu'il faille inéluctablement les entreprendre chez nous; on peut importer de l'étranger les résultats de la recherche qui peuvent mieux combler les besoins d'un effort scientifique autochtone. La poursuite d'objectifs généraux, tout en étant utile, ne peut donc pas, à elle seule, arriver à fournir un cadre solide permettant de formuler une politique scientifique.

OBJECTIFS PARTICULIERS ET SECTEURS D'ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE

Les fins générales de la société peuvent se classer en trois catégories principales: l'enrichissement culturel, qui inclut le prestige national; la croissance économique; le bien-être public. C'est en se fondant sur ces trois grands objectifs que l'OCDE et d'autres agences ont commencé récemment à analyser et à évaluer les travaux scientifiques. Le Comité endosse intégralement cette approche nouvelle et souhaite que les organismes canadiens et internationaux qui ont la responsabilité de calculer l'intrant et l'extrant de ces activités sauront y recourir de façon plus systématique. En effet, c'est bien dans le cadre de ces trois objectifs qu'on peut le mieux évaluer les besoins et les contributions de la science et de la technologie et identifier les tâches principales de la politique scientifique.

1. *L'enrichissement culturel*

L'enrichissement culturel, de plus en plus, doit devenir l'une des fins de notre société. Étant donné que l'homme, par nature, a soif de connaissances, l'accroissement du savoir peut contribuer davantage à atteindre ce but.

On prétend souvent que la recherche fondamentale ne sert à rien et qu'elle n'existe que pour contenter la curiosité. Cette prétention est équivoque. Il est vrai que la recherche fondamentale n'a pas essentiellement une vocation utilitaire. Toutefois elle a une fin précise—la découverte scientifique et l'avancement de la connaissance pure—qui en fait un des éléments essentiels de la vie culturelle et de la civilisation. Les sociétés évoluées et opulentes surtout doivent favoriser la science pure pour les mêmes raisons qu'on avance en faveur des arts, c'est-à-dire qu'il s'agit là d'un secteur de haute valeur culturelle et d'un travail intellectuel désintéressé.

Même la technologie de l'espace peut être envisagée comme acte de création au service de la culture, de l'avancement des connaissances et du prestige national. Les programmes de recherches hautement technologiques qui ont amené l'homme sur la lune et qui lui permettent d'explorer l'univers pourraient éventuellement déboucher sur des résultats pratiques. Mais, pour le moment, ils visent surtout à satisfaire la fierté nationale et la curiosité humaine.³

On ne semble guère réfléchir sur la façon dont les sciences peuvent enrichir la culture populaire. On a observé que bien des scientifiques reçoivent leur parchemin sans avoir une connaissance très profonde des sciences mêmes, du moins de leur nature globale. La formation scientifique de l'étudiant moyen vise-t-elle à lui faire connaître les sciences ou à lui en communiquer l'intelligence?⁴ Il est manifeste que les sciences ont une contribution importante à fournir à la culture, mais les moyens de diffusion semblent encore inconnus.

2. L'apport à l'économie et au bien-être public

Le deuxième grand motif d'intérêt de la société pour la R – D est centré autour du processus d'innovation. C'est par le biais de l'innovation que la société bénéficie ou souffre des applications du savoir. En termes généraux, on peut définir l'innovation comme étant l'introduction dans le monde, pour la première fois, d'un produit, d'un service, d'une méthode ou d'un procédé de production, ou encore d'une politique. Le processus de l'innovation n'a rien de systématique. Il peut naître de la recherche pure et aboutir à une découverte scientifique, au développement d'une invention fondée sur cette nouvelle connaissance et à l'innovation elle-même. (La diffusion des innovations est aussi un facteur très important pour la société mais elle relève davantage de la stratégie industrielle que d'une politique scientifique.)

Le Comité considère que toute R – D à vocation utilitaire aboutit à l'innovation. Il considère également que l'innovation doit être l'un des objec-

tifs principaux d'une politique scientifique. C'est dire que ni les sciences pures ni même les sciences appliquées ne sont en elles-mêmes des aspects essentiels du rôle d'une industrie ou d'une agence gouvernementale ayant une mission pratique. Elles sont des instruments ou des moyens qui ne devraient être utilisés que dans la mesure où elles pourraient permettre à ces organismes d'innover. Cela implique également qu'on ne devra évaluer les avantages des programmes à vocation utilitaire ainsi que le rendement des services qui les réalisent qu'en fonction des innovations qu'ils produisent ou qu'ils contribuent à mettre en route. Ce critère d'innovation devrait servir non seulement à évaluer le rendement passé mais aussi à planifier, à estimer et à contrôler les travaux scientifiques à venir ainsi qu'à déterminer leur priorité, leur orientation et leur contenu.

Il existe deux grandes catégories d'innovations qui sont si différentes quant à leurs objectifs et à leurs exigences qu'on doit les traiter séparément. La première catégorie est axée sur le marché et est plus particulièrement reliée à la croissance économique. Les innovations qu'on y classe sont issues de ce qu'on appelle *la recherche et le développement industriels* peu importe que ces activités soient réalisées par l'industrie privée ou par d'autres entreprises en son nom. Les innovations technologiques orientées vers le marché deviendront un facteur de croissance encore plus important qu'elles ne l'étaient dans le passé—du moins aussi longtemps qu'une opulence accrue conservera une priorité nationale élevée.

La seconde catégorie d'innovations a pour but de solutionner les grands problèmes sociaux tels que la santé, la pauvreté, le manque d'instruction et la pollution. Parce qu'elles sont reliées plus directement à la qualité de la vie, on pourrait leur donner le nom d'*innovations sociales*, peu importe que les travaux de recherche et de développement qu'elles exigent soient réalisés ou non par des agences gouvernementales. Si notre société d'opulence doit devenir plus saine et plus heureuse, les problèmes et les besoins de la collectivité devront monter dans l'échelle des priorités et les innovations sociales reliées au bien-être public deviendront un autre des principaux objectifs des travaux de R - D et, par conséquent, de la politique scientifique.

A remarquer que, pour être acceptées, les innovations sociales devront, dans bien des cas, intéresser l'industrie privée et se conformer aux mécanismes du marché. C'était là sûrement ce que le gouvernement de la Suède croyait lorsqu'il a fondé une société de développement chargée d'encourager les produits et les procédés nouveaux afin d'atténuer certains problèmes sociaux collectifs.

Ainsi, les objectifs fondamentaux d'une politique scientifique sont l'enrichissement culturel, la croissance économique et le bien-être public. Mais

ils ne peuvent se borner à l'établissement d'un budget suffisant et équilibré pour la recherche autochtone de R - D. L'examen des objectifs et des implications doit aussi porter sur tous les secteurs affectant l'intrant et l'extrant de la R - D.

3. *Un équilibre des effectifs scientifiques*

Une politique scientifique doit prévoir le maintien d'effectifs équilibrés tant sur le plan scientifique que technologique, ce qui inclut des gestionnaires et des administrateurs qui sauront orienter l'effort national de R - D ainsi qu'utiliser ses résultats pour le mieux-être culturel, économique et social de la nation. Dans ce contexte, deux exigences s'imposent.

D'abord, on ne peut s'en tenir aux penchants des étudiants qui, s'ils sont laissés à eux-mêmes, iront surpeupler certaines professions au détriment des autres. Les programmes de bourses de recherche et de perfectionnement peuvent servir à corriger ces déséquilibres et doivent être conçus en fonction des besoins futurs de la R - D. Il faut aussi prévoir un système d'éducation permanente pour assurer un niveau de compétence constant et donner la mobilité nécessaire au personnel de R - D pour permettre de répondre à de nouvelles nécessités. Le mémoire du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources affirmait:

S'il est essentiel que les personnes engagées... soient compétentes au point de vue scientifique et technique, il n'est pas moins important qu'elles le restent et même si possible, qu'elles le deviennent davantage.⁵

Ensuite, il faut former des scientifiques et des ingénieurs, ce qui suppose un personnel enseignant à la hauteur; si, comme on le prétend généralement aujourd'hui, un bon professeur doit être en mesure de poursuivre ses propres recherches en étroite collaboration avec ses étudiants, c'est une excellente raison d'appuyer la R - D universitaire en complément de l'enseignement. Mais encore ici il faut que cet aspect de la recherche universitaire puisse refléter l'ensemble de l'effort national de R - D si l'on veut être en mesure de fournir les effectifs requis tant sur le plan quantité que qualité. Si l'on confinait la recherche universitaire aux sciences de base, le pays ne pourrait disposer des spécialistes en sciences appliquées, des ingénieurs et des technologues requis pour produire plus d'inventions et pour les transformer en innovations intéressantes. De fait, un nombre toujours plus grand de gens prétendent qu'il faudra créer de nouveaux enseignements universitaires.

4. *Les services auxiliaires*

Divers services auxiliaires, habituellement fournis par le gouvernement, sont nécessaires pour seconder et rendre efficaces les efforts de R – D menant à des innovations. Les services d'épreuve, l'établissement de normes et un bon système de brevets sont particulièrement utiles au cours des dernières étapes du processus. L'orientation générale des activités de R – D exigent, au préalable, des études techniques et des inventaires de ressources. Un autre prérequis indispensable, surtout en matière de sciences sociales et d'innovation, consiste à rassembler des données économiques et sociales. Enfin, diverses formes d'assistance financière, y compris un capital d'actions pour l'innovateur modeste constituent un élément nécessaire si les universités et l'industrie veulent être en mesure d'effectuer des travaux de R – D de qualité satisfaisante.

5. *Un système national d'information*

On répète souvent qu'une des principales caractéristiques de notre époque est celle de l'explosion du savoir ou de l'information. On pourrait tout aussi bien dire que nous sommes victimes d'une explosion d'ignorance tant il est vrai que plus s'accroît le volume des connaissances, plus le potentiel de l'ignorance humaine augmente. On affirme que le volume des connaissances continue de croître à un rythme exponentiel, doublant à tous les douze ans.

Il est presque impossible pour les scientifiques et les ingénieurs ou même pour les agences individuelles de savoir exactement, à un moment précis, ce qui se fait en matière de recherche et de développement dans leur domaine ou dans des domaines connexes, soit au pays, soit à l'étranger. Ce problème devient plus aigu et plus pressant lorsqu'il est question de technologie et d'innovation; l'information est moins accessible, assujettie qu'elle est au secret commercial. Et pourtant, lorsque les résultats de ces activités sont finalement révélés, il s'agit parfois de biens libres qu'il n'est pas nécessaire de redécouvrir. Pour un pays comme le Canada, la diffusion rapide de nouveaux développements scientifiques ou technologiques revêt une importance plus grande que dans certains pays plus puissants, car nous ne pouvons nous attendre à contribuer beaucoup plus de 2 pour cent de l'effort mondial de R – D. C'est pourquoi il est indispensable que nous sachions le plus possible ce qui se fait à l'étranger. Aussi est-il essentiel, non seulement pour les chercheurs et les agences mais aussi pour les dirigeants et les administrateurs, tant dans le secteur gouvernemental que dans l'industrie et dans les universités, que l'on dispose d'un service national d'information bien organisé.

6. *L'évaluation de la technologie*

La politique scientifique doit s'intéresser beaucoup plus que par le passé aux résultats de la R - D, en vue d'estimer non seulement leur valeur mais aussi leurs inconvénients à long et à court terme.

Jusqu'à maintenant, on ne s'est attardé à l'examen des dangers de la technologie que dans les aliments et les drogues. L'intérêt croissant que porte le public aux effets nuisibles que peut avoir la technologie devrait aboutir à un accroissement et à une amélioration marqués des travaux d'évaluation. De récentes propositions faites en vue d'organiser l'analyse technologique sur une base plus systématique ont mis l'accent sur les aspects négatifs de l'innovation. Le Comité estime qu'on devrait examiner en même temps les aspects positifs de la technologie aussi bien que les résultats de tous les travaux de R - D, y compris la recherche fondamentale. Sans cela nous ne saurons jamais les bénéfices nets obtenus des fonds publics consacrés à la science et à la technologie et, par conséquent, nous ne serons pas en mesure d'en arriver à une répartition rationnelle des ressources.

7. *Un climat public favorable à l'innovation*

Bien qu'il n'atteigne pas de façon immédiate la politique scientifique, le climat politique général entourant la recherche, le développement et l'innovation exerce une influence énorme sur l'efficacité de l'effort national de R-D. L'attitude du gouvernement devant des questions de politique telles que le contrôle des monopoles, les brevets, les tarifs, l'impôt, la disponibilité de capital de risque et la propriété étrangère peut avoir des répercussions sérieuses, favorables ou défavorables, sur le niveau des dépenses privées en matière de R - D ainsi que sur le volume des innovations industriels. Les décisions prises dans ces secteurs sont souvent fondées sur des considérations qui n'ont guère de rapport avec la politique scientifique et qui peuvent fort bien aller à l'encontre de celle-ci. On devrait donc consulter les gens chargés d'appliquer la politique scientifique avant de prendre de telles décisions. Nous étudions ces facteurs plus en détail au chapitre 16.

LES CARACTÉRISTIQUES DES TRAVAUX DE R - D

Une comparaison entre la politique fiscale et la politique scientifique nous permet de souligner une condition requise de cette dernière. Depuis la deuxième Guerre mondiale, les pays développés ont chargé leur politique

fiscale d'atteindre certains objectifs tels que le plein emploi, une répartition équitable des revenus nationaux, la stabilité des prix et une balance satisfaisante des comptes internationaux. Cependant, ces objectifs particuliers ne jettent guère de lumière sur les stratégies et le contenu de la politique fiscale. Il est nécessaire de se référer aux théories économiques pour expliquer les diverses caractéristiques de l'activité commerciale, le comportement de l'économie nationale et de ses principales composantes et évaluer l'influence de diverses catégories de dépenses publiques et de taxes. Ce n'est que grâce à ce recours à la science économique qu'on pourra ensuite déterminer les stratégies et les objectifs immédiats de la politique fiscale.

Il en est de même pour la politique scientifique. Il importe d'étudier les objectifs mais ce n'est que par une analyse systématique des caractéristiques particulières de l'activité scientifique, du comportement de l'effort scientifique national et de ses principales composantes ainsi que de l'influence des divers modes d'intervention gouvernementale qu'on peut en arriver à préciser des stratégies et des objectifs qui permettront d'atteindre les buts fixés. En d'autres termes, il faudrait disposer d'une théorie des activités scientifiques pouvant servir de base à la formulation nationale d'une politique scientifique.

L'étude systématique du monde de la science, de la technologie et de l'innovation, parfois appelée «la science des sciences», est en voie de devenir une nouvelle discipline. Il est encore trop tôt pour savoir s'il sera un jour possible d'établir une politique des sciences sur des fondements vraiment scientifiques: Jusqu'à maintenant, il n'y a que quelques centres dans le monde qui mènent certaines études systématiques sur les travaux de R - D. Mais il est évident que de telles enquêtes sont urgentes. Harvey Brooks déclare:

On cherche de plus en plus à mieux comprendre le processus de recherche en soi. On a connu récemment un regain d'intérêt dans ce domaine, mais il manque encore de solides généralisations fondées sur des études empiriques fiables. Bien des connaissances sur le processus de recherche proviennent soit d'observations effectuées par des chercheurs en science sociale qui n'ont qu'une faible connaissance de la substance du secteur de recherche qu'ils étudient, soit de données anecdotiques provenant de scientifiques et de technologues peu au courant des témoignages historiques et connaissant mal, souvent, les facteurs économiques, sociaux et culturels qui influencent le taux d'acceptation et d'application des résultats de la recherche. . . . Étant donné les sommes que le gouvernement fédéral accorde à ces activités, on devrait s'intéresser davantage à des études empiriques objectives du processus même.⁹

Un des aspects les plus importants de la «science des sciences» permet de déterminer comment l'innovation se relie à la R - D, mais en même temps

implique une compréhension plus grande de l'ensemble du processus. Une étude assez récente menée par l'OCDE attire l'attention sur le fait qu'on n'a commencé des analyses empiriques et qu'on n'a rassemblé des données sur l'innovation technologique que depuis 10 ou 15 ans, ce qui, dit-on, a retardé l'apparition de généralisations utiles sur cette question. L'étude de l'OCDE prévient le Canada:

... Il faut noter qu'une très forte proportion des travaux d'information et d'analyse sur l'innovation technologique ont été entrepris aux États-Unis. Étant donné que le système américain fait l'objet d'une très bonne documentation et que ces informations sont très facilement accessibles, il y a danger qu'on n'étudie que le système américain... sans accorder une attention suffisante aux différences qui existent quant au niveau des ressources, à l'environnement et aux objectifs politiques des autres pays membres.⁷

Il est difficile de concevoir comment le Canada pourrait établir une politique satisfaisante en matière de R - D subventionnée par l'État sans avoir une meilleure compréhension du processus et du potentiel d'innovation du pays. Le Conseil des sciences et quelques universités ont commencé à s'intéresser à ce secteur. Tout en reconnaissant l'intérêt de ces premières initiatives,⁸ le Comité demeure surpris du peu de recherches faites chez nous dans ce domaine. Voici ce que dit à ce sujet M. McCarrey, de la Commission de la fonction publique:

Si l'on tient compte de l'extraordinaire croissance qu'a connue la R - D au Canada, les études sociales faites sur la recherche sont minimales. Les études empiriques ont à peu près complètement négligé de tenir compte de l'atmosphère de travail dans laquelle le chercheur effectue ses recherches.⁹

Le gouvernement canadien devra stimuler des études plus poussées et plus systématiques. La recherche sur la recherche est la clé qui permettra d'améliorer la formulation d'une politique scientifique, d'inventer de meilleures techniques de gestion pour les programmes et le personnel de R - D et d'obtenir un rendement général maximum des sciences et de la technologie.

Même si la théorie des activités scientifiques, la science des sciences, est encore à un stade de développement peu avancé, elle peut déjà contribuer de façon valable à la formulation d'une stratégie générale touchant la science, la technologie et l'innovation. Même si nos commentaires sur la gamme des activités de R - D qui paraissent dans les chapitres suivants sont élémentaires, ils ont une signification qui se manifestera davantage au fur et à mesure qu'on découvrira leurs implications politiques.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Au début, afin de préciser des stratégies et des objectifs généraux, nous n'étudierons que deux des caractéristiques principales de R - D.

Un des traits les plus marqués des dépenses de R - D—qui incluent les déboursés actuels—est *qu'il faut les considérer comme des investissements*. Si le fardeau financier est à court terme, les résultats sont à long terme. Tout comme pour la plupart des projets impliquant des investissements, on doit choisir avec soin et planifier les programmes de recherche et de développement; une fois lancés, ils mettent habituellement plusieurs années pour aboutir à leur fin. De plus, ces travaux n'ont de répercussions qu'une fois menés à bien. Cependant, comme le produit final d'un projet de R - D est une connaissance qui peut prendre la forme d'une découverte ou d'une invention, il peut être utilisé, reproduit et servir d'étape initiale à une autre démarche jusqu'au jour où il deviendra désuet, ce qui peut prendre plusieurs décennies.

Bien que nombre de gestionnaires de R - D ainsi que leurs conseils d'administration considèrent les activités de R - D comme un investissement, celles-ci offrent, par contre, des traits quelque peu différents. Le risque n'est pas le même, mais jusqu'à maintenant personne n'a su proposer un ensemble de règles décisionnelles qui soient acceptables. Une étude récente de l'OCDE cite l'opinion de certains gestionnaires de recherche européens:

... Il faut se rappeler toutefois qu'en général personne n'est très satisfait des méthodes actuelles de sélection des projets. Presque tous les directeurs de recherche portent un grand intérêt aux procédés systématiques employés dans ce domaine, bien qu'ils reconnaissent en fait qu'ils ne les utilisent guère. De plus, à mesure que les projets deviennent plus complexes, et que la vitesse du progrès technologique augmente, il devient de plus en plus difficile de fonder des décisions satisfaisantes sur l'intuition. On éprouve de plus en plus le besoin de rendre explicites les hypothèses et les suppositions implicites sur lesquelles les décisions intuitives s'appuient. Si peu satisfaisantes que soient les méthodes systématiques actuelles, leur absence totale serait sans doute un mal encore plus sérieux.¹⁰

Quoiqu'il faille améliorer les méthodes de sélection des projets de R - D, il devient de plus en plus évident que la R - D est un investissement indispensable qui sous-tend le développement et la croissance des entreprises industrielles.¹¹

En période d'austérité, il est plus facile de réduire les activités de R - D que la plupart des autres dépenses; par contre, il est plus difficile de les reprendre ou de les augmenter. Dans le secteur gouvernemental, par exemple,

l'arrêt de projets de recherche rencontre généralement moins de résistance de la part du public que la réduction des allocations familiales ou l'interruption des travaux de voirie. Il est vrai que les bénéfices provenant de la recherche ne sont ni immédiats ni assurés. En revanche, le ralentissement des activités de R - D implique soit que l'équipe de recherche reste sous-employée, ce qui diminue le moral et l'efficacité, soit que l'équipe se disperse; or, l'expérience prouve qu'il est plus difficile de rappeler des chercheurs que de reprendre un projet de construction. Entre-temps, de nouveaux diplômés d'université qui auraient peut-être volontiers entrepris une carrière de recherche au Canada peuvent décider d'émigrer ou de faire autre chose, ce qui représente une perte permanente en ce qui touche à l'effort scientifique national. Comme le disait le vice-président du *Stanford Research Institute*, le D^r S. P. Blake, dans un article:

Un trait qui caractérise les programmes qui réussissent, c'est le fait qu'ils soient financés de façon stable. Cela n'implique pas qu'on leur attribue des fonds indéfinis, mais plutôt que le rythme de financement n'est pas assujéti à d'importantes et soudaines variations.¹²

La nature même des activités de R - D implique un étalement à long terme et non pas une base de crédits budgétaires annuels, système d'affectation qui fut après tout fixé, à l'origine, en fonction du cycle de la production agricole. La politique scientifique, plus que toute autre, doit être formulée en vue d'un avenir à moyen terme et à long terme.

Néanmoins, une fois sa tâche accomplie, on ne devrait pas maintenir une équipe de R - D par des moyens artificiels. On verra de plus en plus à réunir des groupes «temporaires» qui s'attaqueront à un problème donné et se démembreront une fois l'objectif atteint. Lorsqu'on planifie la recherche, il importe de prévoir que le personnel aura une certaine mobilité et pourra s'intégrer dans de nouvelles fonctions, voire être recyclé. Ainsi, même si les projets et les programmes de R - D s'étendent généralement sur des périodes prolongées, il faut que la politique scientifique, elle, demeure suffisamment flexible pour s'adapter à des besoins et à des exigences réelles au lieu de tenir compte avant tout des *desiderata* du personnel de R - D disponible.

Une autre exigence d'un effort scientifique national valable tient au fait qu'il *doit être précisé à la lumière de ce qui se fait dans les autres pays*. Les activités de R - D ont une envergure à peu près illimitée; elles portent sur toutes les disciplines scientifiques et tous les secteurs de l'ingénierie; elles mènent à l'innovation industrielle et sociale. Toute nation qui tenterait d'em-

brasser intégralement tous ces domaines aurait besoin d'un budget extraordinaire et d'une véritable armée de scientifiques. La plus riche ne pourrait se permettre un tel effort sans sacrifier d'autres objectifs nationaux importants. On a évalué à environ \$50 milliards les sommes consacrées annuellement de par le monde à la recherche et au développement; et pourtant il y a encore de nombreux secteurs de l'activité scientifique qui ne reçoivent pas une aide suffisante.

Par ailleurs, il arrive parfois que l'on puisse importer d'autres pays certains résultats de R - D. Dans quelques domaines, des idées nouvelles forment un marché commun mondial aisément accessible. Pour ce qui est du Canada, il devra emprunter une grande partie des connaissances et même des innovations étant donné que ses ressources financières et ses capacités en main-d'œuvre l'empêcheront d'effectuer plus de 1.5 à 2 pour cent environ de la R - D mondiale. Il faudrait avoir recours aux inventions et aux innovations sociales qui sont appelées à régler de vastes problèmes publics lorsqu'elles sont accessibles et utiles. On devrait importer ou exploiter, voire imiter les inventions et les innovations à vocation marchande en vertu de licences de production. Dans cette perspective, on peut considérer les dépenses de R - D d'un pays donné comme étant des dépenses à fonds perdus, si d'autres pays sont disposés à en partager généreusement les résultats.

Toutefois, même la nation la plus petite ne peut survivre en tant que simple pique-assiette de la communauté scientifique internationale. Elle a l'obligation morale de contribuer au fonds international de connaissances si elle désire poursuivre ses incursions à l'étranger. Elle doit aussi maintenir des effectifs scientifiques et technologiques suffisants si elle veut être en mesure d'imiter et de profiter des inventions et des innovations réalisées en d'autres pays. L'expérience nous apprend qu'un pays ne peut maintenir cette capacité à moins d'entretenir chez lui une certaine activité de R - D.

Ainsi il y a deux limites extrêmes à l'envergure de l'effort national en matière de R - D. Cet effort ne devrait pas être assez considérable pour ignorer la division internationale du travail ainsi que la possibilité d'importer les découvertes scientifiques et les inventions technologiques. Il ne devrait pas être assez faible pour placer la nation dans une situation qui lui ferait négliger ses obligations internationales et compromettre son avenir en la rendant victime d'un écart technologique toujours plus grand. A l'intérieur de ces limites, on devrait trouver d'un pays à l'autre un juste niveau d'activités de R - D qui varierait selon le stade de leur évolution économique et sociale, selon leurs besoins nationaux particuliers et selon leur position dans les affaires mondiales.

CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES

Notre politique scientifique doit non seulement établir l'ampleur et le rythme de notre effort scientifique mais aussi la façon de répartir les ressources entre les principaux secteurs d'activités de R - D: la recherche fondamentale et la R - D appliquée conduisant à des innovations sociales ou industrielles.

1. *La recherche fondamentale*

Une question qui revient souvent dans les écrits traitant de la politique scientifique concerne la part de l'effort de R - D qu'un pays devrait consacrer à la recherche de base.

La science pure a comme premier objectif *d'étendre les frontières de la connaissance*, la compréhension de l'homme et de son milieu ce qui est, au même titre que les arts, un élément de culture et de civilisation. Voici comment Alvin M. Weinberg l'explique:

Il existe plusieurs analogies entre l'activité de recherche de base la plus pure et l'activité artistique. Chacune d'elles est une expérience individuelle particulièrement intense dont les effets se superposent. Elles produisent chacune des œuvres immortelles: la théorie de la relativité au même titre que Hamlet ou La Joconde. Chacune d'elle s'attache à la recherche de la vérité—la plus haute manifestation humaine—l'une se préoccupant de la vérité scientifique (qui traite de la régularité de l'expérience humaine) et l'autre de la vérité artistique (qui traite de l'individualité de l'expérience humaine). Chacune d'elles enrichit notre vie d'une manière qui est incommensurable mais à la fois très marquée. Chacune d'elle appartient non seulement à son créateur ou à son découvreur mais à l'humanité tout entière.¹⁸

Comme les sciences fondamentales améliorent la qualité de la vie, chaque nation doit y contribuer non seulement dans son propre intérêt et pour son propre prestige mais aussi pour le progrès de l'ensemble de l'humanité.

Une deuxième caractéristique des sciences pures qui justifie l'appui financier qu'on leur apporte est le fait qu'*elles sont souvent moins pures qu'on ne le prétend*. En fait, il serait facile de montrer que nombre d'innovations importantes conçues depuis la première révolution industrielle trouvent leur origine dans des recherches fondamentales et des découvertes scientifiques qui, de prime abord, ne laissaient voir aucune application pratique possible.

A cet égard, René Dubos raconte une anecdote intéressante sur Michael Faraday:

Peu de temps après avoir découvert l'induction électromagnétique mais quelque temps avant de l'avoir transformée en une technique pratique, Faraday reçut, à son Laboratoire de la *Royal Institution* de Londres, la visite

d'un éminent personnage politique. Faraday, devant son visiteur, fit la démonstration du nouveau phénomène mais celui-ci ne fut guère impressionné par l'appareil peu compliqué de son hôte et s'enquit: «A quoi bon cette découverte?» Et Faraday de répliquer: «Un jour viendra, monsieur, où vous en retirerez des taxes.»¹⁴

Harvey Brooks cite plusieurs cas de contributions pratiques faites par la recherche fondamentale et conclut «que les frontières entre la science et la technologie deviennent de plus en plus floues».¹⁵ Par conséquent, si l'on néglige les sciences pures cette source d'innovations ne pourra que tarir.

Il est sans doute opportun de souligner que si le Canada devait accorder trop peu d'importance à la formation de chercheurs en sciences pures et à la subvention de leurs travaux, cela aurait pour effet de priver le pays de 98 pour cent de la recherche fondamentale qui se fait à l'étranger.

La recherche fondamentale est habituellement la moins chère des activités de R-D. Elle est, la plupart du temps, associée aux «petites sciences», comme l'explique le Conseil des sciences:

... il y a «les petites sciences»—celles du scientifique isolé qui poursuit des recherches qui l'intéressent dans des secteurs qu'il a lui-même choisis. Le nombre de savants qui, dans une génération quelconque, orientent ainsi leurs activités est faible; leur contribution à la connaissance a cependant été élevée en regard des dépenses engagées pour les soutenir. Aucune nation ne peut se permettre d'ignorer ces savants solitaires.¹⁶

Lorsque la science pure s'engage dans des programmes de recherche d'envergure qui impliquent des déboursés importants en vue d'acquérir des machines imposantes, complexes, à vocation unique, telles que le CERN en Europe, elle se prête plus naturellement à la coopération internationale qui permet de réduire considérablement la contribution nationale. Même les super-puissances collaborent davantage dans certains domaines des sciences majeures telles que la physique de haute puissance. Par exemple, il existe une collaboration de plus en plus active entre les physiciens nucléaires soviétiques de Protvino et les scientifiques américains, le personnel de CERN (qui a récemment déménagé à Protvino des tonnes d'équipement de recherche) et les scientifiques français (qui ont installé récemment une importante *chambre à bulles* de construction française¹⁷).

Voilà quelques-unes des principales caractéristiques des sciences pures qui justifient un appui financier. Il existe d'autres caractéristiques qui ont des tendances inverses et qui montrent que l'appui fourni devrait être limité. Par exemple, si d'une part la recherche fondamentale est généralement l'une des formes de recherche les moins chères, elle est aussi celle qui a le moins de chance d'atteindre ses buts. L'histoire de la science montre que dans le

cours d'une même génération bien peu d'esprits sont en mesure d'étendre les frontières de la connaissance et même sont rarement en mesure de répéter leur exploit. L'investissement dans les sciences pures comporte des risques. Bien des scientifiques croient avoir le génie d'Einstein mais, hélas, bien peu le possèdent. «La science est une pyramide», disait le D^r Gerhard Herzberg, «et tout le monde n'a pas accès au sommet;»¹⁸ il ajoutait qu'il existe une foule d'autres tâches utiles pour les scientifiques, celles d'ordre administratif, par exemple.

Il ne faut pas exagérer l'importance du rôle de la recherche pure en matière d'innovation. Comme le disait récemment le D^r Gerhard Herzberg:

L'influence sur la vie moderne des développements technologiques fondés sur des découvertes scientifiques a été si considérable qu'on est porté à attacher trop d'importance aux aspects utilitaires de la science.¹⁹

Le lien qui existe entre la science, la technologie et l'innovation ne semble pas être aussi étroit qu'Harvey Brooks voudrait bien le croire. De plus, l'assertion voulant que «l'intervalle réduit entre la découverte scientifique et l'application généralisée que l'on connaît ces dernières années»²⁰ ne se vérifie pas aussi facilement qu'il le prétend. Ces deux aspects de la relation entre la science et l'innovation méritent un examen plus approfondi.

Une des raisons qui expliquent cette séparation est que les objectifs et les comportements différents des scientifiques et des ingénieurs influent sur la transformation des résultats scientifiques émanant des publications des hommes de science et des développements technologiques. Ce sujet a été abordé il y a quelques années par l'attaché scientifique de l'ambassade américaine à Londres, le D^r A. G. Mencher, qui résumait ainsi la recherche effectuée par le professeur Thomas Allen de la *Sloan School, MIT*, sur la communication des idées techniques:

En faisant un relevé des sources d'idées techniques, Allen souligne que ce sont les communications orales qui dominent en tant que véhicule d'information et que la documentation qui inclut aussi bien les revues professionnelles que les journaux scientifiques spécialisés ne constitue pas une source importante de renseignements. A l'inverse de son collègue scientifique, l'ingénieur moyen est, en réalité, mal équipé pour lire les publications de sa propre profession même si son rendement n'en est guère tributaire. Ainsi, selon Allen, tout système qui pour son efficacité miserait sur le fait de pourvoir les ingénieurs en documentation écrite fonctionnerait en pure perte.²¹

Plusieurs autres études confirment ces conclusions. Par exemple, une enquête récente menée par Donald G. Marquis et Sumner Myers conclut que «70 pour cent de l'information utilisée dans les innovations était facile à trouver

dans des travaux antérieurs. On a laissé entendre que la meilleure source d'idées était un bon cercle de relations et . . . l'on a estimé que le gouvernement fédéral n'en faisait pas partie. L'essentiel de l'information circule de bouche à oreille et moins de 10 pour cent provient de matériel écrit.»²² En d'autres termes, la majorité des innovations touchées par l'enquête n'ont pas été retardées à cause d'un manque de recherche scientifique de base. Le vice-président à la recherche et au développement de la *Owens-Corning Fiberglas Corporation* et ex-directeur du Bureau des Mines des États-Unis, W. R. Hibbard, déclarait dans un discours prononcé en 1969:

Le Ministère de la Défense qui a consacré \$10 milliards à la recherche sur une période de 20 ans, a réalisé une étude intitulée: «*Hindsight: an Examination of the Return on Investment in Research*», qui portait sur les fondements techniques des 20 nouveaux projets militaires. Elle concluait que l'apport de la recherche scientifique était plus important lorsque l'effort portait sur des projets précis, qu'il fallait souvent compter de 20 à 30 ans pour voir les résultats technologiques de la recherche fondamentale et que l'aspect le plus fructueux de l'appui donné à la recherche fondamentale était celui de la formation de bons dirigeants scientifiques. . . . L'Institut de technologie de l'Illinois a fait une étude de dossiers pour le compte de la National Science Foundation. L'Institut a rapporté que la recherche se faisait souvent de 20 à 30 ans avant l'innovation.²³

L'enquête sur l'innovation de l'OCDE souligne que même si, au dire de Hibbard, l'étude *Hindsight* et le rapport *TRACES* portant sur cinq innovations indiquent le même laps de temps entre une découverte scientifique de base et son utilisation éventuelle sous forme d'innovation, les conclusions de l'étude *Hindsight* ont «été souvent utilisées à contre-sens, comme si l'innovation industrielle n'était attribuable qu'à l'industrie sans participation notable de la recherche universitaire.»²⁴ Le groupe de l'OCDE remarque que *TRACES* met en doute cette généralisation:

Ainsi, le rapport *TRACES* considère que l'innovation prend sa source dans deux sortes d'activités parallèles, toutes deux indispensables: la recherche utilitaire qui travaille en vue d'un objectif préconçu, et un vaste ensemble de connaissances générales qui proviennent en grande partie des universités et qui, dans bien des cas, jouent, à l'égard de l'innovation, un rôle plus important que la recherche orientée.²⁵

Étant donné le laps de temps qui s'écoule entre la découverte scientifique de base et son utilisation, on pourrait croire que des pays tels que le Canada qui ne peuvent apporter qu'une mince contribution à la masse mondiale des connaissances scientifiques de base auraient, malgré tout, autant de possi-

bilités d'y recourir que les grandes puissances. L'étude *TRACES* estime qu'il n'en est peut-être pas ainsi :

Toutes ou presque toutes les connaissances scientifiques fondamentales intégrées dans ces cinq innovations étaient accessibles à tout le monde, sans tenir compte de leur lieu d'origine—dans ce cas généralement les États-Unis. Dans ces conditions, pourquoi tous les travaux de développement se rapportant et menant à ces cinq innovations ont-ils été également accomplis aux États-Unis, et peu d'entre eux dans d'autres pays?²⁶

Quoiqu'il n'existe aucune réponse définitive à ces questions, il est évident qu'un pays de l'importance du Canada doit développer des stratégies plus efficaces en vue de l'utilisation de la masse mondiale des connaissances scientifiques de base et qu'il doit résister à toute tentation chauvine de ne compter que sur la recherche fondamentale effectuée chez lui.

Un gagnant du prix Nobel, le grand physicien I. I. Rabi, disait en 1965 : «Je ne suis pas sûr que les sciences aient joué un rôle si important dans bien des développements technologiques que nous connaissons aujourd'hui.»²⁷ Le professeur Frederick Seitz déclarait en 1966, alors qu'il était président de l'Académie nationale des Sciences, que «la situation des années 1800 se serait plus ou moins prolongée si les sciences ne s'étaient pas développées ou si elles s'étaient tenues à l'écart de la technologie.»²⁸ Il faisait cependant une exception dans le cas de la chimie et des phénomènes électromagnétiques. Le grand historien des sciences, Thomas S. Kuhn, recommandant à ses lecteurs de traiter la science et la technologie comme deux activités bien distinctes, ajoute : «En partant de ce point de vue, on peut s'interroger, comme doit le faire l'historien socio-économique, sur l'interaction des deux activités qui sont, en ce moment, considérées comme distinctes.»²⁹

Kuhn, tout comme Seitz, souligne le rapport particulièrement étroit qui existait au 19^e siècle entre la science et la technologie dans les industries de la teinture et de l'électricité en Allemagne et il rappelle les raisons uniques de caractère institutionnel qui expliquent cette transformation, soit le rôle des collèges techniques allemands (*Technische Hochschulen*). Il ajoute que si l'on comprenait mieux ces circonstances «bien des discussions actuelles sur la politique scientifique . . . seraient plus fructueuses. . . .»³⁰

Le doyen de la Faculté des arts et des sciences de l'Université Queen's, le Dr G. A. Harrower, a soulevé ce même point de vue au cours des séances du Comité sénatorial, lorsqu'il disait que la justification sociale des sciences tient à la mise en œuvre des principes fondamentaux qu'elles permettent de découvrir mais «cela peut représenter un laps de temps de près de vingt-cinq ans.»³¹

M. Vernon O. Marquez, président de la Northern Electric, allait encore plus loin lorsqu'il disait devant le Comité: «La liaison entre la connaissance et sa matérialisation sous forme de biens ou de services ne sera peut-être pas établie avant 100 ans. Il existe très peu de liaison entre ces deux étapes.»³²

Lord Rothschild chef de la Central Policy Review Staff, du gouvernement britannique, a également une opinion à formuler à ce sujet. Dans un récent mémoire intitulé: *A framework for Government Research and Development*,³³ il note que de nombreux défenseurs de la science prétendent que la science fondamentale est inséparable de la science appliquée; «ils estiment», dit-il, «que les adjectifs 'pure' et 'appliquée' impliquent une division, là où il ne devrait pas y en avoir et que l'emploi de ces adjectifs peut être dangereux.» Et Lord Rothschild de remarquer: «Cette manière de voir n'est pas facile à comprendre,» tout en admettant toutefois:

Bien sûr, personne ne conteste que les résultats de la recherche pure aient parfois une valeur pratique ni que la recherche appliquée produise parfois des résultats n'intéressant strictement que la recherche pure;

mais il conclut:

Le gouvernement devrait donc rejeter l'idée qu'il n'existe aucune séparation logique entre la recherche pure et la recherche appliquée.³⁴

Le Comité ayant l'intention de traiter du processus d'innovation sociale dans un autre volume, il s'abstiendra de s'étendre ici sur les caractéristiques propres aux activités de R - D dans ce secteur de la recherche. Nous croyons qu'une analyse de ce genre sera plus utile si elle est faite à la lumière des objectifs et des stratégies recommandées pour le Canada dans cet important domaine.

Le Comité pourrait citer bien d'autres auteurs et bien d'autres études pour étayer sa conclusion voulant que les domaines de la science et de la technologie, du chercheur en sciences pures et de l'ingénieur, sont encore bien différents même s'ils tendent à s'influencer mutuellement plus que par le passé.

Une autre caractéristique significative de la recherche fondamentale est que parmi la gamme complète des travaux de R - D, c'est elle qui est la plus aisément accessible sous forme d'imprimés. Le principal motif qui anime le véritable scientifique n'est pas seulement de découvrir mais aussi de répandre et de maintenir sa réputation parmi ses pairs grâce à la publication du résultat de ses travaux. C'est pour cette raison que les découvertes scientifiques d'un pays sont importantes pour le prestige tant individuel que

national; en revanche, pour ce qui est de favoriser les innovations autochtones, il importe peu qu'elles soient réalisées à l'étranger, dans la mesure où l'on peut les comprendre et les utiliser au pays. Autrement dit, la science pure est un bien gratuit. On peut l'importer sans risque, sans frais et sans délai. Les résultats de la recherche fondamentale ont les mêmes avantages. S'ils réussissent à susciter de nouvelles découvertes scientifiques, ils ne font qu'ajouter à la masse internationale des connaissances. Cette caractéristique revêt une importance particulière pour des pays de taille moyenne comme le Canada.

L'OCDE a résumé en ces termes une étude fort complète de certains traits de la recherche pure:

De telles recherches ont souvent pour caractéristiques de ne présenter que de très faibles probabilités de succès, des coûts relativement bas, des rendements extrêmement élevés en cas de réussite, mais il s'agira seulement de rendements à long terme—parfois jusqu'à 30 ans, d'après les témoignages contenus dans d'autres parties du présent rapport.²⁵

Si ces conclusions sont justes, il est évident qu'elles ont une grande portée sur la politique scientifique. Elles indiquent que les scientifiques et les ingénieurs, qui jouent des rôles bien distincts dans le processus d'innovation, ont des mentalités, des habitudes et des voies de communication différentes. Elles font également voir, dans une certaine mesure, les rapports qui existent entre la recherche et la découverte d'une part, et entre le développement et l'innovation d'autre part. D'abord, ces rapports sont rarement étroits. Ensuite, pour se réaliser l'innovation peut se passer de la recherche. La transformation des découvertes scientifiques en innovations prend beaucoup de temps. Il est rare que le processus d'innovation se poursuive sans faille, de la recherche fondamentale à la production. Aussi, ne devrait-on pas surévaluer «l'aspect utilitaire des sciences». Envisagée dans une perspective d'innovation, la recherche fondamentale à vocation générale ne bénéficie pas d'une priorité élevée, du moins à court terme. Il faut se rappeler, cependant, que l'innovation doit souvent s'appuyer sur une recherche fondamentale à vocation précise et que les projets hautement technologiques doivent être secondés par des chercheurs de haut calibre œuvrant dans des secteurs de science pure et de nature étroitement rapprochée.

2. *La R - D industrielle*

Les projets de conception et de développement effectués en fonction d'innovations industrielles, qui sont, pour la plupart, menés par l'industrie, se situent aux antipodes de la recherche pure dans l'ensemble des travaux de R - D. Les

travaux de R – D à vocation industrielle embrassent une grande variété d'activités qui incluent, au besoin, des projets orientés de recherche pure. Les étapes consécutives peuvent commencer avec la recherche appliquée qui utilise les résultats de la science pure pour accroître les connaissances dans un secteur particulier; elles consistent surtout en un effort de développement qui débute par les premières phases qui mènent à une invention et qui comprennent la conception, l'épreuve, l'outillage, l'analyse du marché ainsi que d'autres activités précédant l'introduction d'une innovation sur le marché. (Il faut ajouter que le stimulant d'une innovation provient plutôt des besoins du marché que des possibilités technologiques. Le rapport de l'OCDE sur l'innovation estime que les besoins du marché sont à l'origine d'environ 70 pour cent des innovations.)³⁶

Les travaux de développement qui mènent à l'invention et à l'innovation relèvent surtout de l'ingénieur et du gestionnaire; dans leur monde pratique, la recherche devient un outil, un moyen, une activité dérivée. Les buts ultimes du développement industriel sont d'apporter des profits à l'entreprise individuelle ainsi qu'une croissance économique et une plus grande richesse au pays, grâce à l'introduction d'innovations technologiques sur le marché. C'est dire que les caractéristiques de la R – D industrielle sont bien différentes de celles de la recherche pure.

Un pays peut réaliser des progrès technologiques de trois façons différentes. Il peut importer, tout simplement, des produits ou des procédés nouveaux—ce qu'il fait dans bien des cas puisqu'aucun pays ne peut être entièrement indépendant dans ce domaine. Toutefois, en termes d'emplois et de croissance, ce n'est pas là une façon bien utile de bénéficier de l'application de nouvelles connaissances et d'innovations. Les deux autres voies sont la production d'imitations et d'innovations autochtones trouvant leur origine dans des inventions faites au pays ou à l'étranger. Encore ici, l'imitation est souvent la solution la plus pratique, surtout pour un petit pays. Néanmoins, le fait est que l'innovation autochtone, soit l'introduction d'un produit ou d'un procédé nouveau sur le marché, rapporte habituellement plus que l'imitation, tant sur le plan des profits que sur celui de la croissance et de la richesse.

Le professeur Raymond Vernon, de l'Université Harvard, et d'autres que lui ont avancé une théorie du commerce international fondée sur les trois stades du «cycle des produits». John L. Orr la résume dans les termes suivants:

Au cours du premier stade, grâce à son avance technologique, le pays innovateur bénéficie d'un bon marché de ventes et il peut, dès lors, surmonter facilement les barrières tarifaires et réaliser des ventes importantes à l'étranger. C'est à ce stade que le rendement financier est le plus fructueux.

Au fur et à mesure que la conception du produit arrive à maturation et que s'accroît la demande du marché étranger, la concurrence peut apparaître soit par voie d'imitation, soit par voie de licences accordées à des producteurs de pays développés qui jouissent de la capacité industrielle requise. Éventuellement, lorsque le concept du produit s'est répandu et que les producteurs étrangers sont en mesure d'exploiter des facteurs économiques favorables, le pays innovateur risque de devenir un importateur (comme dans le cas des radios à transistors importés du Japon aux États-Unis). A ce stade, la concurrence des prix devient particulièrement serrée et les pays les plus développés peuvent avoir de la difficulté à concurrencer la production en série de pays moins avancés.

Les implications de cette théorie sont considérables pour les pays industriels d'importance moyenne tels que le Canada; elles montrent comment notre industrie peut exploiter «l'avantage comparatif dynamique» de certaines percées technologiques, même si son marché intérieur est de faible envergure.⁸⁷

Si les Canadiens s'étaient révélés de meilleurs innovateurs, moins de nos manufacturiers seraient restreints à notre petit marché; un plus grand nombre d'entre eux vendraient leurs produits à l'extérieur et le Canada compterait moins de succursales étrangères.

Les résultats de la recherche industrielle sont toutefois beaucoup moins accessibles que ceux de la recherche pure et il devient quasi impossible de les importer et de les utiliser de façon efficace à mesure qu'on atteint les dernières étapes du processus d'innovation.

Les scientifiques retirent une grande satisfaction, en termes de reconnaissance internationale par exemple, lorsqu'ils font connaître leurs découvertes. Les inventeurs, par contre, sont habituellement plus pragmatiques; ils espèrent que leurs trouvailles auront une valeur économique; qu'ils travaillent à leur propre compte ou non, ils ont tout intérêt à garder leurs travaux secrets au moins jusqu'à ce qu'ils soient en mesure de demander un brevet. C'est la raison pour laquelle l'information relative aux inventions circule beaucoup moins librement et moins facilement que l'information scientifique. Cependant, lorsqu'on ne réussit pas à obtenir de données par le truchement d'un système de renseignements technologiques, on peut acheter ou exploiter des brevets en vertu d'une licence. De cette façon, l'information obtenue à l'extérieur de l'entreprise ou du pays peut remplacer les activités autochtones de R - D axées sur l'invention. Néanmoins, cette substitution est loin d'être aussi parfaite et aussi avantageuse qu'elle ne l'est lorsqu'il s'agit de recherche de base.

Le travail de développement requis pour transformer une invention en une innovation réussie, prête à être lancée sur le marché, est encore plus difficile à remplacer. Cette opération qui comporte la conception,

l'épreuve, l'outillage, la réalisation de prototypes et l'étude des marchés doit être effectuée par l'entrepreneur ou par le pays innovateur. On affirme qu'une grande partie du succès industriel obtenu par le Japon est attribuable à l'imitation. Cela n'est vrai que sous un aspect: les Japonais ont établi un réseau efficace de collecte d'information technique et ils ont souvent imité et utilisé des inventions créées par d'autres. Par contre, les Japonais ont été aussi de bons innovateurs et ils ont su concentrer leurs efforts sur les travaux de développement requis pour transformer une invention en une innovation. De fait, lorsque l'innovation industrielle, par opposition à la découverte scientifique, fait l'objet des activités de R - D, le travail de développement d'un pays devient de plus en plus indispensable.

A l'avenir les innovations à vocation commerciale deviendront un facteur de plus en plus important de la croissance canadienne. Elles constituent une caractéristique essentielle du développement de pays tels que le Japon et la Suisse et, à un moindre degré, de la Suède et de l'Allemagne de l'Ouest qui sont à court de ressources naturelles. D'autres pays, tels que la Grande-Bretagne, ont glissé graduellement dans une position semblable au fur et à mesure que le charbon perdait de son importance économique. Traditionnellement toutefois, le Canada, riche en ressources, a pris la technologie pour acquise et n'a fait que tenter de s'y adapter tout en protégeant ses industries manufacturières; il a connu en même temps une croissance économique rapide.

Il est possible que cette phase particulière de l'histoire industrielle canadienne tire à sa fin. Au 19^e siècle, lorsque la première révolution industrielle atteint son plein élan, nous avons importé la nouvelle technologie et nous avons inauguré la Politique nationale (1879) afin de protéger nos nouvelles industries contre la concurrence étrangère. Nous sommes devenus des imitateurs retardataires et des protectionnistes plutôt que des innovateurs et le fait est que, même aujourd'hui, le protectionnisme est considéré par bien des entreprises manufacturières comme étant une voie plus sûre que la recherche, le développement et l'innovation. A cette époque, nous souffrions d'une stagnation séculaire. Lorsque la deuxième révolution industrielle fit son apparition au tournant du siècle, nous étions encore des innovateurs attardés. Mais cette fois, nous avons eu la chance de disposer des ressources naturelles requises par la nouvelle technologie et comme les Américains, eux, n'en avaient pas suffisamment pour suffire à leurs besoins, nous avons été en mesure de développer nos exportations industrielles à même nos richesses nationales. C'est ainsi que la technologie importée et l'exploitation de nos ressources naturelles ont pris la place de l'innovation autochtone.

Ces deux attitudes, c'est-à-dire le fait de compter sur le protectionnisme et sur l'exploitation de nos ressources, ont toutes deux contribué à l'affaiblissement de la recherche industrielle et de l'esprit d'innovation au Canada. Elles ont déjà nui considérablement à la croissance équilibrée de l'économie canadienne; elles seront encore plus nuisibles au moment où nous entrons dans la troisième et dernière révolution technologique et au moment où la course scientifique internationale prend tout son élan.

A l'avenir, l'innovation technologique à vocation commerciale, cause de croissance économique, revêtra un aspect de plus en plus stratégique. Cela veut dire que la R - D industrielle autochtone est en train de devenir une nécessité vitale. Cependant, nous devons souligner que la R - D seule ne suffit pas. Il faut combler non seulement «l'écart technologique» mais aussi «l'écart directionnel», c'est-à-dire le besoin que nous avons de dirigeants habiles et d'entrepreneurs technologiques qui n'auront recours à la R - D qu'à titre d'élément d'une stratégie globale de l'innovation.

Il convient d'ajouter que l'innovation commerciale n'est pas liée irrévocablement à une croissance économique libre; ce n'est pas le moteur infaillible de la surproduction. Il est tout aussi important qu'elle soit reliée au *soutien* de l'économie et à la production de matériaux, d'outils et de procédés dont les gens ont besoin pour répondre à leurs désirs. L'innovation constitue non seulement un aiguillon utile de croissance économique mais aussi un instrument indispensable de lutte contre le ralentissement économique.

Le don d'innovation n'est que la capacité de produire des changements qui permettent de voir venir les changements. Se contenter de mettre l'innovation et la croissance économique en parallèle serait amoindrir l'importance à long terme de l'aptitude innovatrice. Comme nous l'avons indiqué au Chapitre 11, on ne peut compter qu'une croissance économique aveugle puisse se maintenir indéfiniment; cependant, si nous voulons jouir d'une économie stable, plutôt qu'augmenter notre activité économique, il nous faudra probablement accroître notre capacité innovatrice—et nos innovations orientées vers le commerce.

Ces observations au sujet de ce que l'innovation apporte au progrès national s'appliquent également aux entreprises individuelles. L'économiste Peter Drucker a remarqué que non seulement les denrées mais les entreprises elles-mêmes sont maintenant sujettes à changer, à apparaître et à disparaître à un rythme croissant:

Des cent plus importantes sociétés manufacturières des États-Unis il y a à peine trente ans, plus de la moitié ne figurent plus aujourd'hui sur la liste. Certaines sont disparues complètement, d'autres traînent loin derrière. Elles

ont été remplacées en grande partie par des sociétés qui n'existaient pas alors, ou encore qui n'avaient que peu d'importance. *Les nouvelles venues doivent leur position actuelle non pas à des manipulations financières mais à la nouvelle technologie, aux procédés ou aux produits nouveaux—c'est-à-dire à l'innovation.*⁸⁸ [les soulignés sont de nous]

A cet égard, comme à bien d'autres, les États-Unis préfigurent nombre de choses à venir dans l'hémisphère occidental. Avec l'accélération de la course technologique internationale, la situation observée par Drucker va se généraliser. L'industrie canadienne devra innover plus que par le passé si elle veut grandir ou même survivre.

Les travaux de développement sur d'autres plans aussi se situent aux antipodes de la recherche pure dans l'ensemble des projets de R – D. Ce sont peut-être ceux qui comptent le moins de risques mais ils sont, en revanche, les plus coûteux qui soient dans tout le domaine des sciences. Toutefois, il ne faudrait pas donner l'impression que l'invention et l'innovation sont choses faciles.

L'invention est une activité créatrice complexe. Elle exige non seulement beaucoup d'imagination mais aussi une connaissance suffisante des lois de la nature et du comportement de l'homme. Nombre de bonnes idées ne se sont jamais matérialisées; même lorsqu'elles l'ont fait, l'histoire de la technologie montre que la plupart des inventions ne se transforment jamais en innovations. Il faut tenir compte des coûts, du rendement et des possibilités commerciales des produits ou des procédés nouveaux. Certaines inventions peuvent arriver mal à propos en fonction de techniques connexes ou d'habitudes sociales et psychologiques. Par exemple, le téléphone muni d'un appareil de télévision était techniquement réalisable il y a déjà plusieurs années, mais l'invention ne devint pratique qu'avec l'introduction des circuits à l'état solide et d'autres techniques telles que le vidicon à cible en silicone. Pour d'autres raisons, l'invention de la «pilule» aurait été inopportune si elle s'était faite au 19^e siècle.

Ainsi la diffusion d'inventions nouvelles est fonction non seulement de la dissémination des connaissances mais aussi des valeurs et du comportement de l'homme, parfois des deux; dans le cas du «téléphone à écran», ce sont des raisons humaines qui en restreindront l'usage car il pénétrera dans la plus intime des activités humaines, les communications.

Aujourd'hui on peut prévoir les progrès technologiques avec plus de précision et les préparer avec plus de soin qu'il y a même dix ans. Le processus d'invention devient plus régulier, moins fortuit. Les étapes qu'implique la transformation de l'invention en innovation sont encore moins risquées et plus facilement prévisibles. Elles font appel surtout à une ingénierie expérimentée, à une analyse judicieuse du marché et à une gestion dynamique.

Comme le D^r A. B. Kinzel, anciennement de la société Union Carbide, l'explique :

J'ai toujours pensé qu'il n'y avait pas d'excuse pour qu'un projet de développement ne puisse entrer en production. Un événement extérieur inattendu, tel qu'un retard dans l'obtention d'un brevet pour le projet en cause, la découverte d'une meilleure façon de le réaliser ou encore la disparition du marché peuvent entraîner des déboursés de \$100 en ingénierie, sans qu'on atteigne les étapes de la production et de la vente. Mais ces événements extérieurs devraient être peu nombreux.³⁹

Aujourd'hui il est beaucoup plus probable que c'est la question de l'acceptabilité sociale d'une invention qui en empêchera la mise en usage.

Le processus coûte de plus en plus cher au fur et à mesure qu'il approche le stade de la production. Bien sûr, le coût des opérations successives menant à l'innovation varie d'un projet à l'autre. En 1967, le Panel on Invention and Innovation mis sur pied par le Secrétaire au Commerce des États-Unis donnait certains chiffres empiriques qui illustrent les tendances générales en matière de répartition des coûts.⁴⁰

[Activité]	[Pourcentage du coût total]
Recherche—Développement avancé—Invention de base	5-10
Ingénierie et conception des produits	10-20
Outillage—ingénierie de fabrication (Préparation à la fabrication)	40-60
Frais initiaux de fabrication	5-15
Frais initiaux de commercialisation	10-25

Le D^r Kinzel, se fondant sur sa propre expérience, donne une répartition semblable des coûts :

Dans le cas de tout projet réussi, pour chaque dollar consacré à la recherche fondamentale, on dépense \$10 en recherches sur le produit et le procédé de fabrication; \$100 en ingénierie, en études sur l'usine et le marché, et \$1,000 pour l'usine.⁴¹

Le D^r A. G. Mencher décrit les résultats de la recherche empirique dans les termes suivants :

Des enquêteurs de la *Sloan School* ont fait des études de gestion sur 50 projets financés par diverses agences gouvernementales des États-Unis, à contrats en régie intéressée; ils ont coûté en moyenne \$8 millions chacun, dont \$3 millions par année. Les directeurs de projets et les contrôleurs gouvernementaux se sont entendus étroitement sur la répartition des efforts à fournir pour chacun des projets: recherche pure (aucune!), recherche appliquée (15 pour cent) et développement avancé (40 pour cent). C'est là une répartition assez courante dans le domaine des activités de R - D industrielles, que celles-ci soient financées de l'intérieur ou qu'elles le soient par le gouvernement seul.⁴²

Ces remarques et d'autres du même genre concordent au moins sur deux points: en matière d'innovations à vocation commerciale, les travaux de développement coûtent plus cher que ceux de la recherche fondamentale et appliquée; les coûts augmentent au fur et à mesure qu'on atteint les dernières phases qui précèdent la production.

On croit couramment que seuls les pays riches et puissants ou les sociétés multinationales peuvent participer avec succès à la course internationale de la technologie et que leurs vastes ressources leur permettent de dominer le secteur de l'invention et de l'innovation. Ce n'est pas tout à fait juste mais il existe effectivement des secteurs où les coûts sont si élevés qu'ils dépassent les possibilités financières de nations et de sociétés peu considérables. Par exemple, on a estimé que les dépenses en recherche et développement pouvaient se chiffrer à des sommes aussi élevées que «\$200 millions pour un moteur d'avion, \$500 millions pour un avion à réaction volant à une vitesse infrasonique, encore davantage pour un vaisseau spatial ou un avion de transport supersonique.»⁴³ L'expérience récente qu'a vécue la société Rolls Royce est un exemple flagrant des risques financiers inhérents au développement de ce genre de produit.

L'entreprise colossale est toujours en mesure de gagner cette course lorsqu'elle le veut vraiment. Toutefois, elle souffre de certaines faiblesses bien définies. Elle a tendance à développer de nouveaux procédés plutôt qu'à lancer de nouveaux produits, comme l'explique Harold W. Fisher de la société Standard Oil (New Jersey):

Parce que la société de grande taille est tenue d'alimenter une grosse affaire déjà en marche, elle est plutôt portée vers les innovations évolutionnaires que vers les changements radicaux. En outre, ces innovations semblent davantage orientées vers le procédé que vers le produit. Il est plus facile pour une société importante de modifier et d'améliorer sa production courante que de s'aventurer dans de nouveaux domaines. Lorsque les besoins de la croissance exigent de nouvelles initiatives, la haute direction doit faire des efforts particuliers pour créer les structures organisationnelles et le climat propice qui permettront à l'entreprise de travailler efficacement. Par contre, les petites sociétés diffèrent sur plusieurs plans, y inclus l'ampleur de leur engagement à l'endroit des projets déjà en marche. Cela expliquerait le fait que les innovations en matière de produits semblent plus fréquentes chez elles.⁴⁴

Un document récent émanant de l'OCDE traite de la «division du travail» entre petites et grandes sociétés:

Les petites entreprises peuvent apporter et apportent d'importantes contributions à l'innovation technologique dans des domaines où la production s'effectue sur une échelle relativement réduite, où l'on a affaire à un nombre restreint

de clients technologiquement très avertis, et où les coûts de développement sont bas. . . .

Dans bien des cas, les grandes entreprises ne manifestent aucun intérêt à se lancer dans des affaires nouvelles qui ne présentent pas de grandes possibilités de vente, et elles les laissent à des entreprises plus restreintes. . . .⁴⁵

Le document de l'OCDE poursuit en soulignant que les rapports entre les petites et les grandes sociétés innovatrices ne sont «ni stables, ni déterminés une fois pour toutes. . . . Leurs rapports sont en constante mutation».⁴⁶

Même s'il appert que les petites sociétés isolées produisent une proportion décroissante d'innovations, elles sont encore en mesure de réussir dans ce domaine comme l'indiquait le *U.S. Panel on Invention and Innovation*:

. . . les inventeurs indépendants (ce qui inclut les inventeurs-entrepreneurs) et les petites sociétés à vocation technologique sont responsables d'une portion surprenante d'inventions et d'innovations majeures du siècle—une portion beaucoup plus importante que ne l'indiquent les investissements qu'ils consacrent à ce genre de travaux.

Le professeur John Jewkes, et ses collaborateurs, ont montré que des 61 inventions et innovations principales du vingtième siècle choisies pour fin d'analyse, plus de la moitié . . . trouvaient leur origine chez des inventeurs indépendants et dans de petites sociétés.

Le professeur Daniel Hamberg, de l'Université du Maryland, a étudié des inventions importantes créées au cours de la décennie allant de 1946 à 1955 et il a découvert que plus des deux-tiers étaient le résultat de travaux effectués par des inventeurs indépendants et par de petites sociétés.

Le professeur Merton Pech, de l'Université Harvard, a fait l'étude de 149 inventions ayant trait à la soudure d'aluminium, aux techniques de fabrication et au finissage de l'aluminium. Une seule invention importante sur sept revenait aux grands producteurs.

Le professeur Hamberg fit également l'étude de 13 innovations majeures dans l'industrie sidérurgique américaine. Quatre d'entre elles provenaient d'inventions créées par des sociétés européennes, sept étaient dues à des inventeurs indépendants et pas une seule n'était au crédit de sociétés sidérurgiques américaines.

Le professeur John Enos, du Massachusetts Institute of Technology, fit l'étude de ce que l'on considérait comme sept inventions importantes dans le domaine du raffinage et du cracking du pétrole. Toutes revenaient à des inventeurs indépendants. La contribution des grandes sociétés se faisait surtout au niveau de l'amélioration d'inventions.⁴⁷

Patrick E. Haggerty de Texas Instruments a défini cinq facteurs qui freinent l'innovation dans les grandes sociétés. Ses commentaires sont reproduits en appendice «1» au présent chapitre parce qu'ils éclairent un aspect important de la stratégie du développement en montrant que le jeu de la technologie

n'est pas la chasse gardée des grandes sociétés et que les petites entreprises— et par analogie les petits pays—peuvent participer avec succès au processus de l'invention et de l'innovation.

Ces commentaires sur les principaux aspects de la R – D industrielle serviront, plus loin, à formuler une stratégie globale relative à la science, à la technologie et à l'innovation. Ils montrent que dans le cadre d'un effort scientifique national, les activités de R – D industrielle axées sur les innovations commerciales sont certes moins désintéressées et plus «éphémères» que la recherche fondamentale. Par ailleurs, au fur et à mesure que l'innovation autochtone prend de l'importance sur le plan de la croissance économique, les activités de développement seront de plus en plus nécessaires au plan national étant donné que les résultats de ce genre d'activités ne s'importent pas facilement, surtout au cours des derniers stades du processus d'innovation. C'est précisément à ce moment qu'ils deviennent à la fois moins risqués et plus coûteux. On doit aussi remarquer que si les grandes sociétés peuvent réussir de façon remarquable à améliorer des produits déjà existants ou à développer de nouveaux procédés, les petites sociétés, elles, donnent un rendement relativement meilleur lorsqu'il s'agit de lancer sur le marché un nouveau produit.

3. *La R – D sociale*

Vu que le Comité se propose de traiter du processus d'innovation sociale dans un volume subséquent, il ne s'attardera pas à ce stade-ci à décrire les caractéristiques particulières de l'activité de R – D propre à ce genre d'innovation. A notre avis, une telle analyse se révélera plus utile si on la rattache immédiatement aux objectifs et aux stratégies que le Canada devra adopter dans ce secteur primordial.

CONCLUSION

Les objectifs précis de l'effort scientifique national—l'enrichissement culturel grâce à la découverte scientifique, la croissance économique grâce à l'innovation industrielle et le bien-être public grâce à l'innovation sociale—sont accompagnés d'objectifs plus immédiats qu'il faut atteindre si l'on veut soutenir cet effort et en retirer un rendement optimal. Mais ces objectifs immédiats ne pourront être définis clairement et concrètement que par l'étude empirique des caractéristiques propres aux différentes formes d'activité de R – D. La recherche sur la recherche, ou l'étude empirique de cet aspect de la R – D, en est encore à ses débuts, mais les observations que nous avons pu

en tirer en ce qui concerne la recherche fondamentale et le processus d'innovation industrielle sont, à notre avis, suffisamment valables pour servir de base à la définition des objectifs et des stratégies nécessaires dans ces deux secteurs, dans la perspective des objectifs finaux en vue desquels elles ont été conçues.

NOTES ET RENVOIS

1. Rapport du Comité de la politique scientifique, Volume 1^{er}, p. 17.
2. Conseil des Sciences du Canada, Rapport n° 4, *Vers une politique scientifique canadienne*, Ottawa 1968, p. 13.
3. Sur le projet américain Apollo, voir John M. Logsdon, *The Decision to go to the Moon*, M.I.T. Press, Cambridge, 1970.
4. Paraphrase des remarques du professeur Elting Morrison à propos de l'histoire. Cité par Charles E. Silberman, *Crisis in the Classroom*, Random House, New York 1970, p. 330.
5. Comité sénatorial de la politique scientifique, *Délibérations* n° 16, Appendice 14, p. 2416.
6. Harvey Brooks, *The Government of Science*, M.I.T. Press, Cambridge, 1968, pp. 289 à 291.
7. OCDE, *Conditions de réussite en technologie de l'innovation*, Paris, 1971, p. 23.
8. Peter Meyboom, «Technological Innovation in Canada», Working Paper No. 7100, Department of Finance, Ottawa, 1970, (mimeo).
9. M. McCarrey, «Research Climate and Scientific Accomplishment: An Interview with Gerhard Herzberg», *Studies in Personnel Psychology*, avril 1971, vol. 3, n° 1 (22-32).
10. Cité dans OCDE, *Conditions de réussite en technologie de l'innovation*, *op. cit.*, p. 71.
11. William N. Leonard vient de publier une étude: «Research and Development in Industrial Growth», *Journal of Political Economy*, mars-avril 1971, pp. 232 à 256.
12. S. P. Blake, «The Seven Pillars of Wisdom», *Science Journal*, juin 1969, p. 84.
13. Alvin M. Weinberg, «Criteria for Scientific Choice II: The Two Cultures», *Criteria for Scientific Development: Public Policy and National Goals*, éd. Edward Shils, The M.I.T. Press, 1968, p. 85.
14. René Dubos, *Reason Awake*, *op. cit.*, p. 43.
15. Brooks, *op. cit.*, p. 292.
16. Conseil des Sciences du Canada, *op. cit.*, p. 4.
17. Théodore Shabad, «Facility May Aid Subatomic Study», *The New York Times*, lundi, le 18 octobre 1971.
18. Cité par M. McCarrey, *Studies in Personnel Psychology*, *op. cit.*, avril 1971, p. 31.
19. Gerhard Herzberg, «The Dangers of Science Policy to the Creative Scientist», *Science Forum*, février 1970, pp. 27-28.
20. Brooks, *op. cit.*, p. 292.
21. A. G. Mencher, «Filtering Facts from Folklore» (Part 1 of «Two Strategies for R&D Managers»), *Science Journal*, juin 1969, p. 82.
22. Walter R. Hibbard Jr., «Materials R&D: Planning, Programming, Budgeting and Measurements», *Transactions of American Society for Metals*, Vol. LXII, mars/juin/septembre/décembre 1969, p. 1032. (L'étude de D. G. Marquis et S. Myers s'intitule *Successful Industrial Innovations*, National Science Foundation, 1969.)
23. Hibbard, *op. cit.*, p. 1032. (Pour d'autres références, voir «Hindsight», *Science*, nov. 1966, p. 872; Isenson, R.S., «Technological Forecasting Lessons from Project Hindsight» *Technological Forecasting for Industry and Government*, éd. par J. R. Bright, Prentice Hall, 1968; Tarrenbaum, M., «Study of Research/Engineering Interactions in Materials Science and Technology», *Coupling Research and Production*, éd. Martin and Willens, Interscience Publishers, 1967.)

24. OCDE, *Conditions de réussite. . .*, *op. cit.*, p. 84.
25. Ibid.
26. Ibid., pp. 84 et 85.
27. Cité par René Dubos, *Reason Awake*, *op. cit.*, p. 127.
28. Ibid., p. 81.
29. Thomas S. Kuhn, «The Relations Between History and History of Science», *Dædalus*, printemps 1971, p. 285.
30. Ibid., p. 284.
31. Comité sénatorial de la politique scientifique, *Délibérations* n° 47, le 28 mai 1969, p. 5923.
32. Ibid., n° 68, 19 juin 1969, p. 8126.
33. HMSO, Londres, novembre 1971, Cmnd 4814.
34. Ibid., p. 10.
35. OCDE, *Conditions de réussite. . .*, *op. cit.*, p. 66.
36. Ibid., p. 32. (Par exemple, Théodore Levitt dans *The Marketing Mode*, McGraw-Hill, 1969, expose l'importance du marché de l'innovation.)
37. J. L. Orr, «A Technological Strategy for Industrial Development» (document présenté à l'occasion du séminaire sur «A Nation Plans its Engineering Research», Montréal 1968), publié dans *Industrial Canada*, janvier 1969, pp. 18-19.
38. Peter Drucker, cité par John Kettle «2000, Part V/The Plow and the Computer», *Monetary Times*, mai 1967, p. 26.
39. Augustus B. Kinzel, «Industrial Research—Why, How and What» (communication faite Montréal, le 17 juillet 1967), *Les Conférences Noranda, Expo '67*, University of Toronto Press, 1968, pp. 139-140.
40. *Technological Innovation: Its Environment and Management*, U.S. Gov't Printing Office, Washington, janvier 1967, p. 9.
41. Kinzel, *op. cit.*, p. 139.
42. A. G. Mencher, *op. cit.*, p. 83.
43. Alan H. Cottrell, «Technological Thresholds», dans *The Process of Technological Innovation*, National Academy of Sciences, Washington, 1969, p. 51.
44. Harold W. Fisher, «Innovation in a Large Company», dans *The Process of Technological Innovation*, *op. cit.*, pp. 18-19.
45. *Conditions de réussite. . .*, *op. cit.*, p. 38.
46. Ibid., p. 51.
47. *Technological Innovation: Its Environment and Management*, *op. cit.*, pp. 16-17.

APPENDICE 1

(TIRÉ DE L'ARTICLE DE PATRICK E. HAGGERTY PARU DANS
«THE PROCESS OF TECHNOLOGICAL INNOVATION»).

Néanmoins, ceux d'entre nous qui se sont occupés d'invention et d'innovation, au sein de petites ou de grandes entreprises, reconnaissent, je crois, que la chose devient souvent plus difficile à mesure que l'organisation croît et qu'un effort disproportionné semble être nécessaire pour parvenir au même niveau d'invention et d'innovation que l'on atteignait lorsque l'institution était plus jeune et plus modeste. Cette reconnaissance de la difficulté croissante qui se pose lorsqu'il s'agit de mettre en œuvre des innovations à mesure que l'institution grandit s'accompagne ordinairement d'un sentiment aigu de frustration, tant il est clair qu'il ne devrait pas en être ainsi. Plus l'entreprise se développe, plus elle a de ressources, de connaissances, de gens qualifiés, de contacts avec les clients, d'occasions, et de besoins d'innovation. Celle-ci devrait donc être plus facile plutôt que plus difficile. Pourquoi donc n'en est-il pas ainsi?

Voici, à mon avis, quelques-unes des raisons pour lesquelles l'innovation devient plus difficile:

1. A mesure que l'organisation croît, elle devient plus complexe. Des centaines, voire des milliers de personnes sont en cause et sont souvent situées à différents endroits. Le nombre des clients augmente. Les opérations s'étendent à divers États et souvent à plusieurs pays. Les gouvernements ajoutent aux complexités en exigeant des rapports et en imposant des réglementations, dont certaines sont nécessaires mais ennuyeuses et d'autres superflues et embarrassantes. Pour tirer pleinement profit de l'invention ou de l'innovation et atteindre une large distribution, il faut que le prix baisse. La marge entre le prix et le coût rétrécit. A une étape relativement peu avancée de l'invention ou de l'innovation, il devient beaucoup plus important que les principaux dirigeants soient de bons administrateurs plutôt que de bons novateurs. Dans une entreprise de technologie, l'administration nécessite souvent des connaissances techniques solides ou même très avancées; mais ce qui compte, à cette étape, c'est l'aide que les connaissances peuvent apporter à l'administration plutôt qu'à l'innovation.

Il faut que le développement et la croissance de l'organisation soient profitables. Or, cela peut être extrêmement difficile. Et nous assistons alors, c'est compréhensible, à ce que j'appellerais une prépondérance de «dirigeants administratifs». Ils peuvent tirer parti de l'innovation, mais les qualités dont ils ont besoin, les qualités qu'ils admirent chez eux et chez leurs homologues, ainsi que chez leurs supérieurs et leurs subordonnés, sont des qualités d'administrateur, et notamment le leadership. Les gens dont ils auront besoin et qu'ils choisiront seront donc surtout des dirigeants administratifs.

Après quelque temps, le cycle d'exploitation de l'innovation approche de la maturité. Quelque compétents qu'ils soient et quelle que soit la sécurité qu'ils ressentent à la direction et à l'expansion de leur entreprise, la plupart des hommes qui détiennent actuellement des postes de responsabilité ne comprennent pas vraiment le processus d'innovation. Ils ont souvent remplacé ou supplanté les novateurs du début et ils ont parfois ressenti un désespoir justifiable en face de l'inaptitude des novateurs à s'acquitter de façon satisfaisante de tâches administratives de plus en plus difficiles. Mais par ailleurs de nombreux novateurs ne se rendent pas compte de leurs déficiences comme administrateurs. C'est que l'expérience et le système de valeurs du novateur ne lui permettent pas de comprendre ce qui est en cause, combien il est difficile de mener à bien la direction administrative et combien le dirigeant administratif a raison de désespérer.

Il n'existe donc pas de critères qui permettraient aux dirigeants administratifs de juger et de respecter l'apport du novateur. Ils peuvent tout au plus se rendre compte que bien souvent il n'est pas en mesure d'administrer. Aussi, développent-ils l'organisation par l'addition de produits et de services qui découlent naturellement de l'activité en cours, ajoutant aux marchés dans lesquels ils sont déjà engagés et s'appliquant à réduire efficacement les coûts et les prix. Tous ces facteurs sont essentiels mais aucun n'est susceptible d'assurer la mesure de produits et de services qui est nécessaire à une croissance dynamique.

Conscients de l'opportunité et de l'avantage de la croissance à cette étape, et même plus tôt, ils s'acheminent bientôt vers l'acquisition et les fusions. Parce que ce sont de bons administrateurs, le résultat net est souvent constructif et l'on aboutit ordinairement à une organisation plus efficace, en même temps que plus profitable et plus utile à la société. Mais, d'autre part, la fusion rend l'entreprise encore plus complexe et diminue le nombre relatif de ceux qui savent innover, de sorte que l'innovation devient de plus en plus difficile. Vient un moment où le taux de croissance ralentit, son rythme devenant parfois inférieur à celui des industries où existe l'organisation.

2. Pour les raisons déjà indiquées, la plupart des postes de direction de personnels administratifs, de hauts fonctionnaires, vont à des dirigeants administratifs. Les novateurs au sein de l'organisation commencent alors à se dire, non sans quelque justification, que pour avancer il faut savoir administrer. Certains réussissent effectivement, deviennent de bons administrateurs, et leur connaissance tant de l'innovation que de l'administration constitue la différence essentielle entre une société qui reste à l'état stagnant et une société qui continue à innover et à croître. Cependant, le régime étant ce qu'il est, bon nombre d'entre eux ne posséderont pas les qualités de directeur administratif et n'auront que trop rarement le temps ou le genre d'expérience nécessaires pour réussir en administration. Bien souvent ils atteindront leur plafond à un niveau hiérarchique pas tellement élevé; ou encore, s'ils progressent, ils devront, n'étant pas très

bons administrateurs, s'épuiser au travail et n'auront par conséquent ni l'énergie ni l'occasion d'innover.

3. A mesure que s'accroît l'organisation fondée sur la technologie, même lorsqu'elle réussit à transformer les novateurs en bons dirigeants administratifs, il peut lui arriver de confondre le développement technologique constant et l'exploitation commerciale de ses premières innovations avec l'innovation heureuse et continue. Là où de nombreux scientifiques et ingénieurs s'acquittant bien de leur tâche s'accompagnent de dirigeants qui connaissent bien leur métier—tous travaillant de longues heures et menant l'entreprise d'une façon profitable et progressive—là et où les tâches exécutées sont difficiles et requièrent toutes leurs connaissances professionnelles, il devient parfois difficile de reconnaître que n'existe plus la somme requise d'efforts vraiment novateurs pour assurer toute la croissance voulue. C'est que, essentiellement, la compagnie est victime de son propre succès. Car, à tout prendre, si l'on veut exploiter l'innovation dans une mesure suffisante pour en retirer tous les avantages possibles, le potentiel technique et commercial doit à tous égards devenir une réalité. Or on ne peut y parvenir tout en conservant une entreprise compétitive et profitable sans aller au-delà du temps et de l'énergie dont disposent tous les meilleurs cerveaux de l'organisation, y compris les novateurs.

4. Aussi, pour faire face à la croissance et à une complexité de plus en plus grande, l'organisation se répartit-elle en groupes, divisions, départements et directions. La tâche globale est réduite à des proportions qui ne dépassent pas les moyens du bon dirigeant administratif. C'est conforme à la logique et à une saine gestion, mais à moins que chaque directeur général ne comprenne sa tâche à fond, la société risque de ne devenir rien de plus que la somme de ses éléments décentralisés, lâchement régis, du point de vue financier, par la grande direction. La société ne peut donc alors exécuter une tâche dépassant les moyens de l'un des maillons de l'organisation ou de quelques maillons travaillant de concert. Il n'est qu'un moyen d'éviter cette situation et c'est de rattacher solidement au sommet tous ces éléments décentralisés. Des directeurs généraux de toute première force, secondés par de solides organisations fonctionnelles dans les domaines de la commercialisation, de la recherche et du développement, du personnel et du contrôle, doivent tenir fermement tous les maillons décentralisés de la chaîne d'exécution. Chaque dirigeant doit comprendre que la règle de direction, si souvent énoncée, selon laquelle la responsabilité et l'autorité doivent toujours aller de pair, n'est tout simplement pas fondée.

Cette règle peut s'énoncer plus correctement comme il suit: la responsabilité et l'autorité doivent aller de pair dans toute la mesure du possible. Cependant, au sein d'une organisation décentralisée, l'éventail des responsabilités doit presque toujours dépasser celui de l'autorité; chaque dirigeant jouit d'une autorité qui s'applique uniquement à son propre service décentralisé mais d'une responsabilité qui s'étend à toute l'entreprise. En l'absence d'une certaine force compen-

satrice, même lorsqu'une organisation décentralisée compte de bons directeurs novateurs, leurs innovations sont, en règle générale, limitées au seul élément dont ils ont la responsabilité et guère davantage. De sorte que même dans les organisations qui, dans l'ensemble, possèdent en abondance les outils, les occasions et les spécialités voulus pour innover, les horizons de tel ou tel directeur sont limités et il ne voit tout simplement pas les occasions plus vastes qui s'offrent de résoudre des problèmes à l'échelle de la société tout entière ou d'une grande partie de celle-ci.

Parce que les efforts novateurs, quand ils existent, tendent à se limiter aux services décentralisés, il n'y a guère de ce que j'appellerais des «percées stratégiques». En d'autres termes, il y a peu d'interventions stratégiques et novatrices qui, si elles réussissaient, auraient des répercussions importantes sur toute la société—c'est-à-dire le genre d'effort stratégique qui, mené à bien, peut à lui seul provoquer un taux de croissance de 10 pour cent par année, même au sein d'une très grande société.

5. Dans une organisation prospère, chaque homme de valeur a toujours plus de travail qu'il n'en peut faire. Il devient donc extrêmement difficile pour chacun d'exercer cette discipline qui permettra de faire le juste équilibre entre le temps que l'organisation doit consacrer à ses opérations et celui qu'elle doit consacrer aux innovations. Cela est d'autant plus vrai que lorsque vient le moment de choisir entre, d'une part, l'avenir nébuleux tout plein de ces risques incertains qui accompagnent les grands efforts novateurs et, d'autre part, l'avenir tangible et quantitativement mesurable qu'offrent les possibilités d'exploitation technologiques et commerciales actuelles, on est presque irrésistiblement tenté d'adopter cette dernière solution de préférence à la première. Pour le dirigeant administratif dont les réalisations sont reconnues, la nécessité de choisir entre les deux peut bien ne pas se poser du tout.

13

GRANDES ORIENTATIONS ET OBJECTIFS

D'UNE POLITIQUE SCIENTIFIQUE POUR LES ANNÉES 1970

Les critères qui ont servi à formuler cette politique de la science sont loin d'être parfaits. Ils auraient eu beaucoup à gagner d'une définition plus précise de ses fins et objectifs spécifiques et d'une comparaison plus parfaite, avec celles des autres pays, de nos capacités et de nos réalisations dans le domaine de la science, de la technologie et de l'innovation. Et ils auraient encore bénéficié davantage d'études sur les processus de la recherche proprement dite et de l'innovation. Le Chapitre 12 était un essai en vue d'améliorer le fondement d'une politique de la science; mais il est clair que si nous voulons utiliser le plus efficacement possible les modestes moyens dont nous disposons, un examen systématique du contexte canadien s'impose.

Même en fournissant un plus grand effort en ce sens, définir une politique de la science ne sera jamais une tâche aisée. Les difficultés en sont aussi énormes que celles que l'on rencontre pour mettre au point un système macro-économique. Son champ d'action est immense, hétérogène et il évolue rapidement. Il comporte des variables difficilement mesurables si ce n'est, à cette étape du moins, en termes qualitatifs très vagues, et des options de programmes qu'il est quasi impossible d'évaluer selon des critères normaux. Comme le dit Alvin M. Weinberg:

... comment pourrait-on évaluer les mérites des sciences du comportement et de l'énergie nucléaire en nous servant de la même échelle de valeurs? Et pourtant, que nous le voulions ou non, il faudra bien finir par faire un choix entre les divers domaines de la science. Les critères déterminant les options scientifiques ne seront vraiment utiles que s'ils peuvent s'appliquer à des situations apparemment incommensurables.¹

Même si les critères servant à déterminer le contenu d'une politique scientifique étaient parfaits, il serait simpliste de croire qu'il soit possible de définir

une fois pour toutes une telle politique. La science et la technologie qui en sont l'objet changeront encore plus rapidement dans l'avenir qu'elles ne l'ont fait dans le passé récent et on peut en dire autant des problèmes d'ordre économique et social qu'elles aideront à résoudre ou à créer. Il s'ensuit que les objectifs, les méthodes et le contenu d'une politique de la science devront être constamment remis en question et continuellement redéfinis.

Ces limitations et ces difficultés ne devraient pas nous servir de prétexte pour nous croiser les bras et pour continuer comme par le passé à prendre des décisions et à agir au petit bonheur, sans coordonner nos efforts. Au contraire, la complexité du processus consistant à formuler une politique scientifique et l'importance d'une telle politique pour la société de demain doivent nous inciter à faire tout notre possible pour que le gouvernement canadien agisse de manière plus cohérente et prenne des décisions mieux coordonnées en ce domaine. Au début, on devra le plus souvent procéder par tâtonnements. Il en est ainsi dans beaucoup d'autres domaines où le gouvernement intervient. Mais les scientifiques de la gestion reconnaissent à l'heure actuelle qu'il vaut mieux essayer de formuler une politique systématique, même si les connaissances sur lesquelles elle s'appuie sont insuffisantes, plutôt que d'improviser au hasard des circonstances ou de n'avoir pas de politique du tout. Certaines des améliorations à apporter à l'effort scientifique canadien sont si évidentes que le danger de faire des erreurs en appliquant de nouvelles politiques est minime. De plus, en appliquant de bonnes techniques de gestion, il y a plus de chances que les nouvelles structures que nous recommandons plus loin bénéficieront de l'expérience—des erreurs commises—et s'adapteront plus rapidement que par le passé aux conditions changeantes de la conjoncture.

L'ÉTUDE DU FUTUR

On a souligné dans les chapitres qui précèdent que les activités de R – D sont par nature des entreprises à long terme, dont la réussite repose essentiellement sur un financement stable. Ceci veut dire qu'il est impossible d'organiser et d'exercer convenablement ces activités dans le cadre d'un budget annuel. Si le système du budget annuel est manifestement indésirable pour l'industrie et les universités, à plus forte raison l'est-il pour les gouvernements, car le secteur public a une grande influence sur les deux autres par le biais des incitations et des subventions. Les dépenses de R – D tant publiques que privées doivent être déterminées et financées dans le contexte d'une longue

période. Cette perspective à long terme n'est pas seulement souhaitable; elle est en train de devenir réalisable.

Les décisions relevant d'une politique scientifique et technologique ont tendance à s'inscrire davantage dans une perspective «futuriste», ce qui doit nous permettre de faire des choix plus rationnels sur une période plus longue. Les objectifs, problèmes et options de demain ne nous sont pas entièrement inconnus; nous avons une certaine connaissance du futur. En l'étudiant, nous pouvons percevoir certains problèmes et la solution à leur apporter pour atteindre nos objectifs à long terme. Il y a donc une science du futur, le mot *science* étant entendu ici dans une de ses véritables acceptions (c.-à-d. *scientia*, de scire, savoir). Certains appellent cette nouvelle science «futurologie»; Denis Gabor, pour sa part, propose le terme de «futuristique».² La prévision dans le domaine technologique en particulier ouvre de nouvelles perspectives qui n'existaient pas il y a dix ans. Erich Jantsch a passé en revue les nouveaux outils et les institutions qui se sont développés récemment dans cet ordre d'idées.³ Si, pour certains, les spéculations sur l'an 2000, qui connaissent tant de succès depuis quelque temps, ne sont toujours que de la science-fiction, il reste qu'un nombre toujours plus grand de scientifiques du monde occidental sont en train de mettre au point des méthodes systématiques pour l'étude à long terme du futur. La Commission de l'an 2000 de l'Académie américaine des Arts et des Sciences, l'Institut Hudson, et le System Dynamics Group du M.I.T. aux États-Unis, le Comité des trente prochaines années dans le Royaume-Uni, les «Futuribles» en France, et l'Institut pour les questions du futur en Allemagne occidentale, ne sont que quelques exemples de cette nouvelle tendance. De grandes sociétés privées, comme Imperial Chemical Industries et Ciba-Geigy, se lancent elles aussi dans un examen à long terme de l'avenir, et près de 100 sociétés parmi les plus importantes—canadiennes, américaines, européennes, japonaises et latino-américaines—participent à l'étude entreprise dans le cadre de l'Institut Hudson et portant sur la période 1975-1985.

L'analyse du futur éloigné, tout utile qu'elle soit, n'en reste pas moins très spéculative. Il faudrait l'assortir d'une étude plus systématique des options de base auxquelles nous aurons vraisemblablement à faire face d'ici à 1985. Les méthodes et les techniques existantes servant à évaluer les possibilités et à prévoir la mutation technologique et son impact sur la société sont plus sûres lorsqu'elles portent sur une période plus courte comme celle qui est indiquée ci-dessus. De telles études à moyen terme peuvent servir de guide pratique aux actions orientées vers le futur, entre autres la planification et la

sélection des activités de R – D à l'échelon national, qui habituellement ne donnent de résultats tangibles que plusieurs années après leur mise en œuvre.

Au Canada, nous avons fait peu d'efforts vraiment valables dans cet important secteur de la recherche. La Commission Gordon sur les perspectives économiques du Canada a été l'un des premiers essais systématique et scientifique en vue d'étudier le futur éloigné, mais ses travaux n'ont pas été poursuivis. Le Conseil économique du Canada a déjà reçu mandat d'étudier le futur à long terme touchant de multiples aspects de notre vie nationale et il devrait s'acquitter de cette tâche tout en étendant ses activités dans le domaine social en collaboration avec les universités et autres institutions intéressées, entre autres avec le Conseil des sciences. Le Comité estime que ce dernier n'a pas accordé assez d'attention à ce domaine.

Pour commencer, le Canada a grand besoin d'un organisme apte à servir de poste d'observation, doté d'un large mandat, où seraient examinés les questions et les problèmes d'ordre économique et social posés par la science et la technologie; en un mot, un centre qui donnerait une vue panoramique de toutes les activités humaines dans les diverses situations prévisibles à moyen et à long terme au Canada, sans perdre de vue le contexte mondial.

Par conséquent le Comité recommande que le Conseil économique élargisse ses activités et mette sur pied un comité spécial du futur, qui sera investi d'un mandat très large mais qui devra s'attacher particulièrement à l'étude des années 1985 et 2000 et qui essaiera, par des projections résultant de l'extrapolation de tendances identifiables au Canada, de définir, dans le contexte international, les divers environnements dans lesquels s'inscrivent les besoins humains de l'avenir.

Voici comment Daniel Bell décrit cette manière d'aborder l'étude du futur:

Il s'agit de nous montrer dès maintenant les conséquences futures de décisions relevant de la politique publique actuelle, de prévoir les problèmes à venir, et de commencer dès à présent à concevoir d'autres solutions à leur apporter, de manière à placer notre société devant un plus grand nombre d'options et à lui permettre de faire un choix moral plutôt que d'agir sous la contrainte de la nécessité comme c'est souvent le cas lorsque les difficultés surgissent sans qu'on y ait été préparé et exigent une solution immédiate.⁴

Mais créer un institut investi de la mission d'étudier le futur ne suffit pas. Les obligations du Canada sur le plan national ne peuvent se limiter à confier à un corps spécialisé d'experts le soin de se livrer dans l'isolement à la recherche sur l'avenir. Le résultat de leurs efforts doit être communiqué et utilisé par les responsables des décisions politiques et par leurs conseillers.

Mais cela n'est encore qu'un commencement. Emmanuel Mesthenes prétend, par exemple, que les décisions récentes se rapportant à l'impact de la technologie sur la société «vont à l'encontre des principes démocratiques traditionnels qui attribuent une valeur importante à la participation directe dans la vie politique et engendrent . . . le mécontentement;» il soutient par ailleurs, que «la définition d'un nouvel «ethos» et d'un nouveau processus démocratiques plus appropriés aux réalités de la société nouvelle constituera peut-être le grand défi intellectuel et politique de notre temps».⁵

Nos obligations nationales dans le domaine du futur nécessitent une action collective. Une planification technocratique hiérarchisée ne donne pas de résultats dans une société de l'abondance où l'individu moyen a plus besoin de liberté et veut réaliser ses propres aspirations. Notre époque est celle de la participation et nulle part la nécessité d'engager le public n'est plus grande que dans le domaine du futur. Cette participation facilitera sans doute l'accord sur le choix des problèmes et des options de demain et sur les initiatives à prendre aujourd'hui. Ce n'est pas seulement d'une démocratie de participation que nous avons besoin, mais d'une «démocratie d'anticipation».⁶

En théorie, tous les organismes publics et privés, utilisant une base commune, voire une méthodologie semblable, devraient avoir leur mot à dire dans la définition de leur avenir respectif tant dans le contexte national que dans le contexte international. Par ailleurs, cette participation collective ne peut rester purement intellectuelle; elle doit aussi être morale et orientée vers l'action. Notre objectif national ne doit pas se limiter à envisager les possibilités qui nous attendent, mais à commencer dès maintenant à les choisir et à les préparer collectivement et d'une manière plus systématique. En d'autres termes, si nous voulons non seulement prédire le futur, mais agir sur lui, il est indispensable de trouver le moyen d'aborder le problème sous un angle national et dynamique. Cette perspective est à la portée du Canada. Elle exigerait la création d'une *Commission du futur*, au sein de laquelle les secteurs public et privé seraient largement représentés. Cette commission ne ferait elle-même aucune recherche, sa seule mission consistant à persuader le plus grand nombre d'organismes possible de créer leurs propres cellules d'étude de l'avenir, à les aider dans leur tâche en leur fournissant le matériel de base et les conseils nécessaires, et à leur donner l'occasion de se rencontrer périodiquement, afin de comparer leurs réalisations et leurs pronostics à la lumière des études et des prévisions techniques préparées par le *Comité du futur*, dont nous avons déjà recommandé la création. Une commission au mandat aussi large, investie d'une mission relativement simple

et peu onéreuse, pourrait être extrêmement utile non seulement pour prévoir mais encore pour agir collectivement sur le futur au Canada. Cette méthode est réalisable dans un pays comme le nôtre; elle aurait, en outre, le mérite d'être véritablement démocratique et sans précédent. Elle aurait en particulier pour effet d'améliorer considérablement l'environnement dans lequel notre effort scientifique national doit s'inscrire.

La commission proposée devant permettre au plus grand nombre possible d'agences privées et publiques de participer à cette œuvre commune, devrait être un organisme mixte, tant sous l'angle de ses structures que sous celui de son financement. On devrait l'inaugurer lors d'une conférence qui serait convoquée à cette fin, qui serait bien préparée à l'avance et parrainée par le Sénat canadien.

En conséquence, le Comité recommande que le Sénat parraine une conférence visant à créer une Commission du futur, dont la mission consistera à aider le plus grand nombre possible d'organisations privées et publiques à prévoir et à édifier leur propre futur, en travaillant non seulement isolément mais conjointement.

L'EFFORT NATIONAL DE R - D: OBJECTIF DES ANNÉES 1970

La création du Comité et de la Commission du futur que nous proposons comblerait une grave lacune au Canada et fournirait un cadre plus approprié que celui qui existe actuellement à la planification et à la sélection des activités de recherche-développement au sein du gouvernement, dans les universités et dans l'industrie. La planification des activités de R - D devrait porter sur une période moyenne et s'accompagner de prévisions à plus long terme, pratique qui s'étend rapidement et qui est acceptée dans plusieurs pays comme l'Allemagne de l'Ouest, la France, le Japon et les Pays-Bas. Au Canada, on exige maintenant des organismes du gouvernement qu'ils présentent une estimation des dépenses afférentes à leurs projets et programmes pour une période de cinq ans, mais ces estimations ne sont souvent que de simples conjectures et, jusqu'à ces derniers temps du moins, le Conseil du trésor ne les a jamais prises très au sérieux. En pratique, dans le secteur public, les activités et les objectifs de R - D sont définies d'année en année. Ceci oblige dans une certaine mesure les universités et l'industrie à en faire autant, que cela leur plaise ou non. Le Comité a entendu à cet égard des récriminations de ces deux secteurs de même que des organismes de recherche du gouvernement.

Si l'on adoptait un plan à moyen terme et si l'on donnait suite au budget que le gouvernement accorde à la recherche dans le cadre de l'effort scientifique national, le budget global de R - D n'aurait jamais à être réduit pour des raisons financières pendant cette période, excepté dans des circonstances tout à fait exceptionnelles. Toutefois, la planification à moyen terme ne signifie pas que les activités du gouvernement dans le domaine de la R - D ne feront pas l'objet d'une révision et d'une évaluation techniques annuelles afin de déterminer s'il y a lieu de les continuer, de les intensifier ou de les abandonner. Les méthodes actuelles de vérification des comptes et d'évaluation d'efficacité demandent à être beaucoup améliorées pour permettre d'examiner systématiquement non seulement les dépenses afférentes aux activités de R - D, mais encore les avantages qui en découlent pour l'économie. Le système PPB (planification, programmation, budget) peut être mieux adapté qu'il ne l'est actuellement à l'appréciation et à l'analyse d'activités s'exerçant autour d'un thème donné, bien qu'il soit possible que la mise au point d'une méthode satisfaisante prenne plusieurs années.⁷ Faute d'être en mesure de mieux surveiller et organiser l'emploi des deniers publics, en l'espèce les crédits consacrés à la science et à la technologie, le gouvernement pourrait être accusé de faillir à ses devoirs envers les contribuables canadiens et rendrait un mauvais service aux scientifiques et aux technologues.

Par conséquent, le Comité recommande au gouvernement et au Parlement canadiens d'adopter un plan global pour les années 1970 en ce qui concerne la science et la technologie, en se fondant sur des projections à long terme et sur les objectifs généraux de R - D à l'échelle nationale; il recommande aussi l'amélioration des méthodes et des structures du système PPB de manière à pouvoir évaluer plus efficacement les résultats des activités de R - D et à disposer de meilleurs critères pour déterminer le montant des crédits à affecter à ces activités. Nous recommandons aussi, que, à partir de 1980, la pratique des plans quinquennaux se généralise.

UN RÉSEAU CANADIEN D'INFORMATION

Nous avons souligné que les résultats de la R - D sont centralisés et forment une banque internationale de données, accessibles à tout pays dans une mesure variable selon le genre d'activité en cause. Lorsque ces résultats sont entièrement disponibles, il va de soi que recommencer les recherches auxquelles ils ont abouti serait un gaspillage d'efforts—et même une impossibilité, si ce n'est à très petite échelle. A quoi bon, en effet, essayer de répéter

une découverte scientifique ou de mettre au point une innovation qui a déjà été utilisée ailleurs. Il ne peut être avantageux de se livrer à des activités déjà connues de R – D que si l'on a des chances d'obtenir des résultats meilleurs ou plus rapides, mais on pourra alors effectuer sciemment ces doubles emplois et les justifier.

Les considérations qui précèdent prouvent l'utilité d'un bon réseau d'information scientifique et technologique concernant les activités de R – D qui sont en cours au pays et à l'étranger.

Les chercheurs et les ingénieurs doivent savoir ce qui se fait dans leur discipline avant de choisir leurs projets et de les mettre en chantier. Les utilisateurs de la recherche ne peuvent subvenir qu'à une infime fraction de leurs besoins et ils doivent compter sur d'autres sources. Les administrateurs et les responsables de la gestion, tant sur le plan privé que public, doivent eux aussi savoir ce qui se fait ailleurs avant d'arrêter leur stratégie scientifique et technologique et de sélectionner les programmes et projets qui méritent leur appui. En résumé, un réseau d'information efficace est un outil indispensable à l'élaboration d'une politique scientifique cohérente et réaliste, comme l'a souligné l'OCDE. En ce qui a trait au niveau *national*, le Comité de la politique de l'information scientifique et technique de l'OCDE considère que:

... l'évolution rapide de la technologie de l'information, très variable suivant les pays, rend cette décision encore plus urgente. Il faut agir *dès maintenant*. *Il est donc urgent que chaque pays Membre établisse dans le cadre de sa politique scientifique un organe central chargé des questions de politique d'information scientifique et technique.* ... Son rôle sera d'assurer qu'il est fait le plus efficace usage des services d'information existants. Il devra aussi prendre toutes mesures techniques nécessaires pour que les services nationaux puissent utiliser les grands services d'information qui se développent à l'échelle internationale et leur apporter leur contribution.⁸ [Les soulignés sont de nous.]

De plus, les ministres responsables de la science dans les États membres de l'OCDE sont d'avis que chaque pays devrait établir «un seul organe central» qui s'intéresserait à toute l'activité nationale dans le domaine de l'information scientifique et technique (IST). Le Comité reconnaît sans ambages l'importance de cette question; à la lecture du premier compte rendu préparé par le Groupe d'experts de l'OCDE qui fait un examen de la politique de l'information scientifique et technique au Canada, nous avons relevé avec satisfaction la remarque suivante:

Le Canada est probablement le pays où les fondements d'une politique de l'IST, comme sa mise en œuvre, ont été étudiés de la façon la plus appro-

fondie. Les examinateurs ont trouvé que le travail de M. J. P. Tyas et de son équipe était de grande valeur; ils pensent qu'il faut les féliciter pour avoir réalisé, en un temps relativement court, cette étude que le Conseil des sciences a publiée...⁹

Le Conseil des sciences n'accepte pas les recommandations du Groupe Tyas et les experts de l'OCDE qui ont préparé le rapport sur l'information scientifique et technique n'hésitent pas à affirmer que cette décision est rétrograde. D'après eux:

Les examinateurs sont de cet avis: ils pensent que les recommandations du groupe Tyas méritent une évaluation soigneuse et pourraient éventuellement être incorporées dans une planification d'avenir.¹⁰

Tous ceux qui désirent comprendre l'importance des systèmes d'IST, et entrevoir dans une nouvelle perspective la confusion qui résulte d'une «politique fortuite» et du manque de direction causé par un vide à l'échelon supérieur de la hiérarchie décisionnelle doivent lire le compte rendu de l'OCDE sur la politique canadienne de l'information scientifique et technique. Par exemple, les enquêteurs de l'OCDE signalent que même si «le Canada dispose de nombreux organes d'IST que pourraient lui envier bon nombre de pays industrialisés», ces éléments d'un système d'IST:

... se sont développés, par ajouts successifs, sans liaison les uns avec les autres, sans plan ni coordination, à dire vrai, d'une façon assez désordonnée. On est fondé d'affirmer que la politique actuelle de l'information scientifique et technique du Canada résulte plus de la croissance des nombreuses activités d'information plutôt qu'elle n'en a été la cause. ... Il est douteux que l'économie du pays pourrait supporter très longtemps l'accroissement de dépenses qu'exigerait l'expansion du système actuel. ...¹¹

Depuis la parution de l'examen de l'OCDE sur la politique canadienne de l'IST, on a créé un ministère d'État pour la Science et la Technologie. Les recommandations de notre Comité touchant le rôle que celui-ci a joué en vue de réparer la confusion et les faiblesses que mentionne l'étude de l'OCDE paraissent au Chapitre 17.

Un bon système d'information scientifique et technique devrait avoir pour tâche principale de *faire l'inventaire de tous les programmes et projets de R - D en cours au Canada*. Lors des séances publiques du Comité sénatorial, nous avons demandé à de nombreux témoins si un tel inventaire existait. On nous a répondu invariablement «non». Certains témoins, en particulier les universitaires, ont déclaré qu'à leur avis, il serait impossible de dresser un tel inventaire et qu'en admettant qu'on y réussisse, il serait sans valeur.

D'autres ont formulé une hypothèse concernant le nombre de projets en cours à un moment déterminé quelconque. Par exemple, on a avancé le chiffre de 500,000. Le Comité est le premier à admettre que dresser un inventaire de tous les projets de recherche ne sera pas une tâche aisée, mais bon an mal an il faut bien que nous arrivions à savoir où va l'argent du budget annuel des activités scientifiques (qui atteint près de \$800 millions en 1971-1972 et dont près de \$600 millions vont à la R-D). En résumé, nous devons savoir ce qui se fait actuellement pour décider des orientations de l'avenir et voir si, dans le cadre des priorités que nous imposent les restrictions en matière d'argent, de main-d'œuvre, de matériel et d'équipement, les dépenses actuelles se justifient.

Il faudra établir des critères de sélection bien définis pour les projets de recherche. Ce n'est pas là une tâche impossible, même si, dans le cas de projets pluridisciplinaires, il faut être très prudent en établissant dans chaque domaine les paramètres du projet. Enfin, grâce au recours éventuel aux ordinateurs et aux méthodes modernes de recouvrement de l'information certains disent qu'il devrait même être possible d'établir des modèles mathématiques des projets de recherche scientifiques financés par des fonds publics ou privés. A cet égard, on aurait intérêt à étudier attentivement ce qu'ont fait le gouvernement belge, qui a dressé un inventaire de données de ce genre, et la National Science Foundation, aux États-Unis.

Une fois cet inventaire national dressé, l'étape suivante est de mettre sur pied un système de vérification des comptes relié directement au système STI pour assurer une bonne gestion des fonds attribués à la R-D. Autrement dit, nous avons besoin d'un mécanisme pour évaluer et mesurer la rentabilité de projets de recherche subventionnés par l'État, particulièrement dans le domaine de la R-D orientée d'avance. La question qui se pose est, en effet, celle-ci: Quel avantage le pays retire-t-il en retour des deniers publics ainsi dépensés?

Le Comité reconnaît que dans le domaine de la science et de la recherche fondamentale il faut laisser aux chercheurs la liberté de s'engager dans de nouvelles voies dont un grand nombre ne seront pas rentables. Mais aux États-Unis, en URSS et dans plusieurs autres pays, il existe un contrôle des dépenses dans ce secteur de la recherche sous forme, par exemple, d'indices permettant de comparer la productivité des scientifiques et des laboratoires, d'évaluer les réalisations et de préparer des rapports provisoires.

Le Comité recommande qu'on assigne au ministère de la Science et de la Technologie la responsabilité d'effectuer un inventaire national des travaux

de R – D et de mettre sur pied un système national de vérification des programmes et des projets de R – D qui sont en cours et qui sont subventionnés à même les fonds publics.

La nécessité d'un tel service d'information saute aux yeux et pourtant ce n'est qu'en 1969 que le gouvernement canadien a décidé, sur la recommandation du Conseil des sciences, d'endosser officiellement la responsabilité de la création d'un service de ce genre. Il y avait déjà, bien sûr, la Bibliothèque nationale des sciences et plusieurs organismes fédéraux disposaient de services embryonnaires, mais on n'avait jamais essayé d'organiser un système intégré et complet. Le Comité estime que les nouveaux services en question n'ont pas assez d'envergure et ne peuvent être véritablement efficaces parce qu'ils n'occupent pas la place qui leur revient dans les structures gouvernementales. Le système que nous proposons atteindra un coût plus élevé, qui, à notre avis, sera en grande partie remboursé par les utilisateurs.

LE BUDGET GLOBAL DE R – D: OBJECTIFS GÉNÉRAUX

La recherche fondamentale et, dans une moindre mesure, la R – D sociale lorsqu'elle est subventionnée par le gouvernement, constituent une banque de données internationale à laquelle tout le monde a plus ou moins accès. En revanche, la R – D industrielle, qui aboutit à des innovations commerciales, est un élément de la course scientifique et technologique internationale dont l'enjeu est le progrès des industries nationales et la conquête des marchés mondiaux. C'est dans ce double contexte international qu'un pays devrait décider de l'ampleur de son effort scientifique national; une fois ces cadres fixés, il est clair qu'aucun pays ne peut se payer le luxe d'entreprendre toutes les activités de R – D dont il a besoin ou se désintéresser entièrement de la banque de données et de la course internationales.

Ce que la plupart des pays en voie de développement ont de mieux à faire c'est de chercher à rester capables d'assimiler aussi rapidement que possible toutes les connaissances, inventions et innovations étrangères qui leur paraissent utiles. Les grandes puissances, en revanche, doivent contribuer le plus largement possible à la banque internationale des connaissances tout en s'efforçant de rester en tête de la course scientifique et technologique. S'adressant à l'American Physical Society, en 1967, le D^r Donald Hornig qui, à cette époque, était conseiller scientifique du président Johnson, disait: «Nous acceptons de nous fixer pour objectif que les États-Unis occupent le premier rang dans la plupart des domaines les plus importants de la

science.»¹² Et il ajoutait qu'il en était de même dans les secteurs stratégiques des sciences appliquées et des technologies. Il n'est guère difficile de concevoir ce qu'implique cet objectif. Les Américains l'atteindront s'ils veulent bien dépenser pour la R - D une plus grande proportion de leur PNB que les autres pays et réduire au minimum le gaspillage et l'inefficacité. (Il est probable, toutefois, qu'ils devront réorienter radicalement plusieurs aspects de leur politique). C'est ainsi que lors d'un récent séminaire américain sur le rôle futur de la technologie, l'économiste Paul Samuelson, lauréat du Prix Nobel, avertissait ses auditeurs que les États-Unis avaient consacré leurs efforts à produire de «hautes» technologies, tandis que leurs concurrents s'étaient penchés sur des technologies «utiles», de telle sorte que les Américains se trouvaient soudain incapables de soutenir la concurrence dans le domaine des produits à base technologique de l'industrie des textiles et de l'électronique à l'usage des consommateurs privés.¹³ Un autre économiste, Lester C. Thurow, a noté que les problèmes civils auxquels on accorde une priorité officielle avaient tendance à nécessiter une technologie «peu élevée» (c.-à-d. reproduire ce qui a déjà été fait mais moins cher). Pour sa part, le professeur Thurow a déclaré: «Il est impossible de concevoir dans l'économie future [des États-Unis] un domaine où il entre plus de technologie par dollar de produit que celui de la défense et de l'espace.»¹⁴

D'autres pays avancés, comme le Japon, les Pays-Bas et le Canada, se situent à mi-chemin entre les positions extrêmes de pays en voie de développement et les États-Unis. Or, c'est précisément lorsqu'on occupe cette position qu'il est difficile de déterminer la place que doit tenir la R - D dans son budget et de faire des options scientifiques. Des pays arrivés à un stade aussi avancé de développement ne peuvent se contenter de garder une large ouverture sur la science et la technologie uniquement pour être en mesure de profiter de la banque internationale de connaissances et pour imiter les innovations produites par les autres. S'ils veulent faire face à leurs obligations internationales, continuer à croître et éviter de devenir victimes d'un retard technologique qui ira en s'accroissant il est clair qu'ils ne peuvent s'en contenter. C'est une leçon que le Japon a apprise ces dernières années. Mais, même en fournissant un énorme effort de R - D, ils ne peuvent espérer venir en tête dans les secteurs les plus importants de la science et de la technologie, du moins pas avant longtemps. Pour eux, la course scientifique et technologique internationale peut être assimilée à une espèce de joute sportive qui n'est pas sans ressembler à ce qui se passe sur le marché industriel, et la banque internationale de connaissances à laquelle tout le monde a librement accès peut se comparer à un vaste fonds de secours auquel ils sont tenus de

contribuer. C'est cette analogie avec l'industrie, en fait, qui semble être à l'origine de la méthode actuelle pour mettre en regard les efforts de R - D des pays et fixer les niveaux d'activité. A propos de ce qui se fait dans l'industrie, voici ce que le D^r Augustus B. Kinzel déclarait au cours de la communication qu'il présentait dans la série des conférences Noranda à l'Expo '67:

Quel volume de recherche une société donnée devrait-elle faire? C'est la première question qu'on nous pose généralement lorsque nous commençons à parler de recherche industrielle. C'est une question à laquelle il est très difficile de répondre, mais j'ai deux suggestions très générales à faire. Premièrement, une société ne peut pas faire beaucoup moins que *son concurrent le plus fort*, car elle serait bientôt en difficulté; elle serait battue sur toute la ligne et deviendrait une société de second ordre. Remarquez que je ne dis pas qu'elle devrait faire plus que son concurrent le plus fort, car alors on aboutirait à des cycles perpétuels, chacun des concurrents tâchant alternativement de dépasser l'autre. C'est pour cette raison que vous constaterez que le volume de recherche effectué par une entreprise donnée, quelle qu'elle soit, s'aligne généralement sur ce que fait toute l'industrie. . . . Ce qui est important, toutefois, c'est que les compagnies qui croissent dans le cadre d'une industrie donnée ne s'écartent pas de plus de ½% du reste des bonnes sociétés de cette industrie.¹⁵

Cette déclaration traduit bien les réactions générales de l'industrie à ce sujet. Les représentants de plusieurs firmes canadiennes ont dit, en substance, la même chose devant le Comité. Nous avons aussi appris que beaucoup de sociétés privées ont coutume de mesurer leur effort de R - D sous forme d'un pourcentage du produit de leurs ventes ou de leur chiffre d'affaires annuels. Le D^r Max Tishler, ancien vice-président pour la recherche des laboratoires Merck Frosst, a déclaré lors d'une de nos séances publiques: «Quelque 9 pour cent du produit total de nos ventes sont affectés à la recherche et au développement;»¹⁶ M. V. O. Marquez, président de la société Northern Electric, affirme: «[Notre R - D] calculée sur une moyenne de trois ans, représente 3½ pour cent environ du produit des ventes de notre société.»¹⁷ Quant au professeur William Leonard, il disait récemment: «Tout porte à croire que les gérants d'entreprise calculent leurs budgets de R - D proportionnellement au produit de leurs ventes et que, à courte échéance, le rapport R - D/ventes est assez constant.»¹⁸ Cette façon de déterminer le montant des dépenses à affecter à la R - D a été suggérée pour la première fois, sous forme de théorie, par John W. Kendrick qui, ayant constaté une nette corrélation entre les variations de ce rapport et le taux de variation du facteur total de productivité, la proposait comme étant la meilleure méthode indirecte pour mesurer l'activité d'une entreprise dans le domaine de l'innovation.¹⁹

Sur le conseil des experts de l'OCDE, qui ont établi une analogie entre les pays et les entreprises, les gouvernements mesurent maintenant l'effort de R - D de leur pays sous forme de pourcentage de leur produit national brut et ils se servent de ce rapport à des fins de comparaisons internationales, afin de voir où leur pays se situe dans la course scientifique et technologique internationale. Il est évident qu'une évaluation et une comparaison aussi simples ne disent pas tout et ne permettent pas de connaître exactement comment un pays donné se comporte dans la course en question. La manière dont cet effort national est réparti et les résultats tangibles qu'il produit sont aussi d'importants facteurs qui doivent entrer en ligne de compte pour déterminer si l'effort de R - D d'un pays est suffisant. Toutefois, si on les envisage comme des approximations, nous estimons que ces comparaisons globales peuvent être aussi utiles à l'échelon national qu'elles le sont à l'échelon des entreprises industrielles.

Certains diront peut-être que le Canada occupe une situation à part à cet égard du fait qu'il jouit d'un PNB par tête élevé sans consacrer à sa R - D autant de crédits que d'autres pays, notamment les Pays-Bas et le Japon. Toutefois, eu égard à l'épuisement rapide des ressources mondiales, il semble qu'à long terme il soit de mauvaise politique, comme le fait le Canada, de compter tellement sur ses ressources pour assurer sa croissance. Dans les années 1970, les Canadiens devraient porter un plus gros effort sur les innovations technologiques et, partant, consacrer plus de fonds à la R - D industrielle s'ils veulent que leur économie prospère tout en conservant une plus grande partie de leurs ressources naturelles pour l'avenir. (*Voir également le Chapitre 15*)

Depuis plusieurs années, les États-Unis distancent tous leurs concurrents dans le domaine scientifique et technologique et il est probable qu'ils conserveront cette avance dans un avenir prévisible. Ils ont récemment consacré à eux seuls à la R - D la moitié environ des \$50 millions qui sont affectés annuellement à la R - D par tous les pays ensemble. Ceci ne veut pas dire que les pays moins puissants sont incapables de prendre part à la course. Il en est des petits pays comme des petites entreprises industrielles; ils peuvent remporter beaucoup de succès sur le front de l'innovation, pourvu qu'ils ne se lancent dans des entreprises de grande envergure qu'avec beaucoup de prudence ou qu'en collaboration avec d'autres. Toutefois, un petit pays ou un pays de taille moyenne qui essaierait de surpasser l'effort *global* d'une grande puissance telle que les États-Unis ferait preuve d'un manque total de réalisme et se bercerait d'illusions. Les industries britannique et allemande ont elles-mêmes trouvé nécessaire de mettre en commun leur

effort de R-D portant sur leur réacteur nucléaire dans le cadre d'un seul programme. Comme le disait le D^r Kinzel en parlant de l'industrie, tout essai en vue de mettre au défi les grandes puissances n'aurait pour seul résultat que la répétition d'un cycle ou le déclenchement d'une course effrénée que les Américains finiraient tout de même par gagner, comme ils l'ont fait dans le cas des ordinateurs, des réacteurs nucléaires et des transports à réaction.

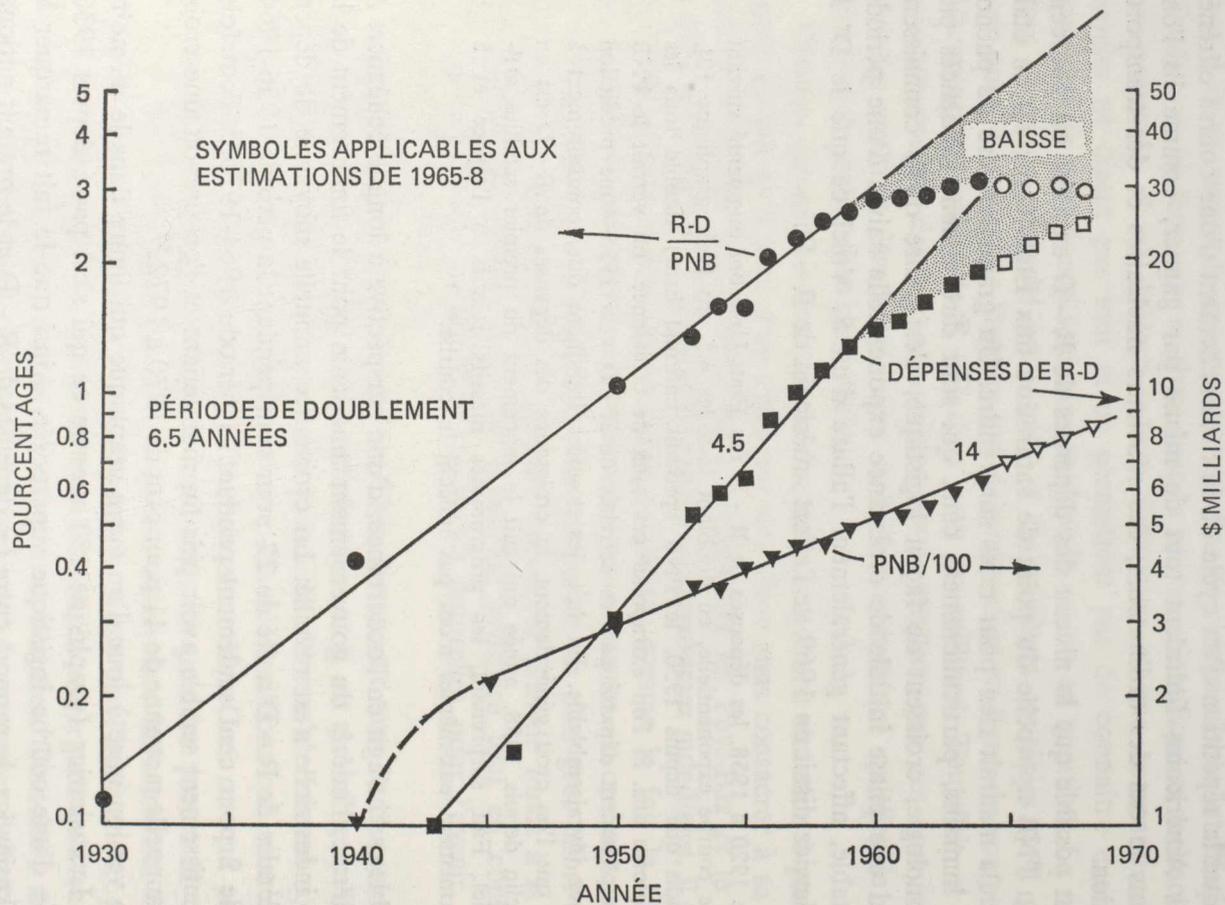
Il est possible que le niveau des dépenses de R-D exprimé en pourcentage du PNB approche du point de saturation aux États-Unis; s'il en était ainsi, cela n'aurait rien pour nous surprendre. Un grand nombre de phénomènes humains, particulièrement ceux qui sont directement influencés par la technologie, croissent de façon logistique, c'est-à-dire qu'ils connaissent d'abord une phase initiale de croissance exponentielle suivie d'une période plus stable, affectant généralement l'allure d'un S. Voici ce que le D^r J. Lukasiewicz disait en 1969 de l'effort américain de R-D:

De 1920 à 1958, les dépenses de R-D des États-Unis ont augmenté suivant une courbe exponentielle, en doublant tous les 4.5 ans [voir graphique 12], tandis que depuis 1950, le PNB (produit national brut) double tous les quatorze ans. Si l'on extrapolait ces taux de croissance, on verrait le PNB complètement dépassé par les activités de R-D vers 1995—une prédiction assez invraisemblable. En fait, les données indiquent que, contrairement à ce que l'on croit généralement, la croissance des dépenses de R-D est en déclin depuis 1958, année qui suit le lancement du premier satellite artificiel. Fait surprenant, les programmes massifs relatifs à l'espace et à l'armement eux-mêmes n'ont pas infléchi la courbe.²⁰

Il semble qu'il s'agit en l'occurrence, d'une perspective à longue échéance. A court terme, l'intérêt du gouvernement américain pour le financement de la R-D industrielle s'est réveillé. La croissance annuelle moyenne de dépenses fédérales de R-D a été de 22 pour cent pendant la période 1956-1964, mais de 2 pour cent seulement pendant la période 1964-1970.²¹ Toutefois, ce ralentissement semble avoir pris fin maintenant et l'on prévoit une croissance annuelle moyenne de 4½ pour cent de 1970 à 1972.²²

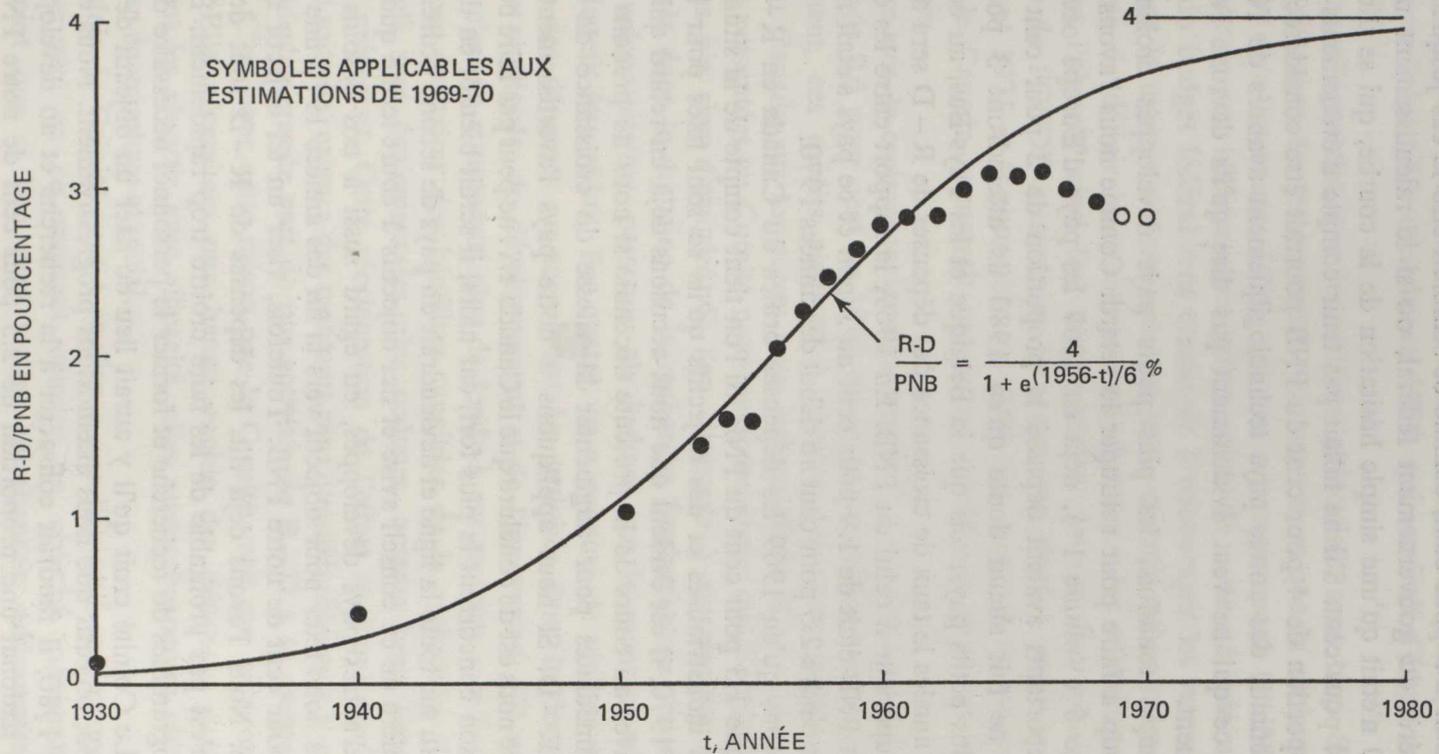
Une version mise à jour d'un autre graphique qui figure dans le mémoire du D^r Lukasiewicz (graphique 13) montre ce qui s'est passé depuis 1930, à l'aide d'une courbe logistique superposée. Ainsi que le fait remarquer le D^r Lukasiewicz, le rapport entre les dépenses de R-D et le produit national brut a suivi de très près une courbe logistique jusqu'en 1964. Cette courbe a un point de saturation qui se situe à 4 pour cent. Il reste à voir si la R-D a réellement atteint ce point de saturation depuis les 1965, années où le

GRAPHIQUE 12



AUGMENTATION DES DÉPENSES DE R-D, PNB ET
RAPPORT R-D/PNB AUX ÉTATS-UNIS

GRAPHIQUE 13



RAPPORT R-D/PNB POUR LES ÉTATS-UNIS

De façon typique, le phénomène de croissance, aussi bien dans la nature que dans la société, suit une courbe logistique symétrique qui commence par une montée exponentielle pour décliner vers un niveau asymptotique. C'est ainsi que croît un tournesol; c'est ce qu'ont fait les chemins de fer britanniques et américains qui ont atteint leur développement maximum (longueur des voies) en un siècle. Il semble que l'activité de R-D aux États-Unis a suivi une courbe semblable à celle qui apparaît ci-dessus. De 1930 à 1964, elle a adopté (en terme de PNB) une courbe logistique qui avait un point de saturation de 4 pour cent. En fait, elle parvenait à saturation dès 1964 en un point situé à 3 pour cent et elle a marqué un faible déclin après 1966.

SOURCE: LUKASIEWICZ, J., *Complexity and Saturation in an Environment of High Technology*, College of Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Report VPI-E-70-21, décembre 1970.

PNB se situait à 3 pour cent, comme ce semblait être le cas jusqu'au récent réveil d'intérêt du gouvernement fédéral, ou si le ralentissement noté peu avant 1970 n'était qu'une simple hésitation de la courbe, qui se dirige toujours vers 4 pour cent. S'il ne fallait pas tenir compte d'événements inattendus, la proportion de 4 pour cent du PNB pourrait être considérée comme l'objectif définitif des autres pays technologiquement avancés de l'Ouest et du Japon, ce qui ne veut évidemment pas dire qu'ils devront l'atteindre nécessairement.

Entre-temps, toutefois, les plus petits pays développés croient qu'ils ont beaucoup à faire pour rattraper le retard. Comme nous l'avons indiqué au Chapitre 6 (Volume 1^{er}), déjà en 1967 les pays d'Europe occidentale les plus importants avaient dépassé la proportion de 2 pour cent de leur PNB et il ne fait aucun doute qu'en 1980 ils atteindront 3 pour cent. Dans les plus petits pays, tels que la Belgique et les Pays-Bas, au cours des prochaines années le taux de croissance des dépenses de R - D sera au moins deux fois supérieur à celui du PNB. En 1969, le rapport entre les dépenses de R - D et PNB était de 1.8 pour cent au Japon et ce pays s'était fixé pour objectif d'atteindre 2.5 pour cent au début des années 1970.

Nous notons qu'en 1969 les dépenses brutes du Canada en R - D n'atteignaient que 1.3 pour cent du PNB. Si l'on tient compte de la situation des autres pays industrialisés et des objectifs qu'ils se sont fixés pour le début des années 1970, il est évident que nous accusons déjà un retard qui ne fera que s'aggraver au cours de la présente décennie si nous ne prenons pas des mesures immédiates pour augmenter la vitesse de croissance de nos dépenses de R - D. Si nous appliquons à notre pays l'avertissement du D^r Kinzel, force nous est de conclure que le Canada «... ne peut pas faire beaucoup moins que son concurrent le plus fort, car alors, il serait bientôt en difficulté; il serait battu sur toute la ligne et deviendrait un pays de second ordre.»

A la lumière de ce conseil avisé et des objectifs à court terme que se sont déjà fixés d'autres pays développés, eu égard aussi à nos besoins établis, nous devons nous fixer pour objectif vers la fin des années 1970 une proportion de 3 pour cent de notre PNB. Toutefois, viser un tel objectif ne serait pas réaliste. Nous l'avons déjà dit, les dépenses de R - D sont de nature telle qu'il n'est pas profitable de les faire croître trop rapidement. Élaborer de bons programmes de recherche et former le personnel nécessaire demande du temps. Le Comité croit qu'il y aurait lieu de fixer un objectif de 3 pour cent en 1985, objectif que nous atteindrions progressivement. Nous estimons donc qu'en 1980, il faudrait consacrer à la recherche et au développement sur le plan national une proportion de 2.5 pour cent de notre PNB et, à

notre avis, une des premières tâches de notre nouvelle politique scientifique sera de fixer l'objectif à atteindre en 1975, qui servirait d'étape vers l'objectif de 1980.

Certains allégueront que les chiffres préconisés sont trop élevés étant donné qu'il existe des programmes plus urgents et que la croissance rapide du budget dans les années 1970, qui sera nécessaire pour atteindre l'objectif fixé, serait peu réaliste alors qu'au cours de cette période une part si minime du budget fédéral sera consacrée à encourager les nouvelles initiatives. Dans la mesure où tout cela est juste, on voit qu'un mécanisme global chargé de définir les politiques est d'autant plus nécessaire. D'autres trouveront l'objectif ainsi fixé trop modeste. A vrai dire, plusieurs États membres de l'OCDE atteindront la proportion de 2.5 pour cent de leur PNB avant 1975 et 3 pour cent en 1980. En adoptant les propositions du Comité, le Canada accuserait encore un retard sur plusieurs autres pays développés.

A notre avis, la croissance des dépenses de R – D nécessaire pour atteindre l'objectif de 2.5 pour cent en 1980 est assez impressionnante; répartis convenablement, ces crédits aideront à réduire dans une grande mesure le retard du Canada sur les autres pays industrialisés. Il y a plus, toutes les instances présentées au Comité nous ont convaincus que l'objectif que nous proposons n'a rien d'exagéré. Si l'on s'accorde à reconnaître que l'effort du Canada dans le domaine de la recherche fondamentale est trop important *en valeur relative*, personne n'a insinué que le montant affecté à ce secteur devrait être réduit. Par contre, on a proposé de réaliser un meilleur équilibre des dépenses en accroissant les activités dans le domaine de la recherche appliquée, du développement et de l'innovation. S'il est exact de dire que c'est en consacrant plus de fonds à ces secteurs que l'on a le plus de chances de retirer des bénéfices tangibles de la recherche, il reste que ces projets sont également les plus coûteux, comme nous l'avons vu au chapitre précédent. Cette réorientation de l'effort national du Canada, si désirable soit-elle, exigera des montants plus considérables que si nous accordions une plus grande part de nos activités de R – D à la recherche fondamentale. C'est pour cette raison que le Comité croit que sa proposition est réaliste. Elle nécessitera une hausse rapide des dépenses globales, mais si on peut les répartir avec efficacité, elles seront beaucoup plus rentables sur le plan économique et social.

Toutefois, le Comité tient à souligner que l'objectif qu'il propose devrait être interprété en ce moment comme un objectif maximum, qui ne sera atteint *que si* l'on peut mettre en chantier suffisamment de pro-

grammes et de projets. Il ne faut pas que le surcroît de dépenses soit gaspillé en activités inutiles ne répondant à aucun besoin public ni à aucune priorité nationale, comme le seraient de grands programmes technologiques qui n'auraient été choisis qu'en retour d'une fausse conception de prestige national (ce que l'on a appelé la «technologie romantique») ou parce que l'on a confondu «pouvoir» et «devoir» faire une chose. Mais si par suite d'une pénurie de programmes utiles, nous ne réussissions pas à atteindre l'objectif proposé, alors, compte tenu de ce que font déjà d'autres pays industrialisés en ce domaine, nous aurions de bonnes raisons de nous préoccuper. A cause des nouvelles technologies et de leur impact sur la croissance de l'économie et sur la qualité de l'existence, si le Canada accusait un trop grand retard dans la course scientifique et technologique internationale qui ne fera que s'intensifier au cours de la présente décennie il y a tout lieu de croire qu'il serait fortement pénalisé. Par conséquent:

Le Comité recommande que les montants affectés à l'effort national scientifique soient accrus progressivement pour atteindre la proportion de 2.5 pour cent du PNB en 1980, à condition que la contribution directe du gouvernement en vue de la réalisation de cet objectif se restreigne à la subvention de projets et de programmes valables.

Qu'implique, sur le plan financier, un objectif national de 2.5 pour cent de notre PNB en matière de R - D? En 1969-1970, les dépenses se sont élevées à environ 1 milliard de dollars, se répartissant par secteur d'opérations et par sources de financement comme l'indique le tableau suivant:

Tableau 15—Total estimé des dépenses de R - D au Canada en 1969

Source du financement	Secteur d'opération			Total par source de financement
	Entreprises commerciales	Gouvernement général	Enseignement supérieur et privé (à but non lucratif)	
(en millions de dollars)				
Entreprises commerciales.....	312	3	1	316
Gouvernement général.....	56	359	241	656
Privé (à but non lucratif).....	—	—	9	9
Enseignement supérieur.....	—	—	52	52
Étranger.....	19	3	2	24
Total par secteur d'opération.....	387	365	305	1,057

SOURCE: Statistiques Canada, juillet 1971; données provisoires.

En 1970, le PNB du Canada s'est élevé à \$84,468 millions.²³ Selon les estimations de l'OCDE, le taux de croissance annuel réel du PNB du Canada, extrapolé sur la période 1970-1980, est de 5.4 pour cent²⁴, ce qui donne pour 1980 un PNB de \$150 milliards en dollars 1970; si l'on tient compte d'une inflation annuelle des prix de 3 pour cent, ce montant correspond à \$19 milliards en dollars de l'époque. Ceci implique des dépenses nationales de R - D de \$4.75 milliards; pour y faire face, celles-ci devront croître à un taux composé de 15 pour cent environ par an pendant cette période, ce qui correspond à peu près au taux de croissance de la période 1963-1969.

Il est impossible en ce moment d'indiquer, même approximativement les dépenses publiques supplémentaires qui seraient nécessaires pour atteindre l'objectif national. La part que prend le gouvernement dans le financement varie considérablement en fonction des grands secteurs de R - D auxquels les crédits sont destinés et donc dans une large mesure de la manière dont l'effort scientifique national est réparti. Elle est également liée à d'autres facteurs, entre autres à la nature des incitations économiques auxquelles on a recours pour encourager l'industrie à faire de la R - D. Une législation sur les monopoles ou sur les brevets, conçue spécialement pour favoriser les innovations, n'implique aucune dépense publique directe, ce qui n'empêche qu'elle peut faire plus pour encourager la recherche industrielle qu'un régime généreux de subventions. Des prêts et des capitaux-actions accordés à de nouvelles entreprises qui connaissent le succès sont aussi beaucoup moins onéreux.

A supposer que la part du gouvernement fédéral dans le financement reste la même dans les années 1970 que dans le passé récent, il devrait dépenser environ \$2,400 millions en 1980, contre \$650 millions environ en 1969. Plusieurs recommandations que nous formulons plus loin dans le présent rapport tendent cependant à réduire la part du gouvernement dans le financement des activités de R - D. Le Comité croit donc que les dépenses publiques nécessaires pour atteindre l'objectif national que nous proposons en matière de R - D sont dans les moyens du gouvernement canadien.

On allègue parfois qu'il ne faudrait pas fixer d'objectifs à long terme, personne n'étant assez avisé pour les établir. Le Comité ne saurait accepter cette manière de voir. Nous pensons au contraire que nos ressources en main-d'œuvre et en argent étant limitées, tandis que le nombre de programmes de R - D est pratiquement indéfini, nous devons faire des choix. Et comme le dit Derek J. de Solla Price: «Trancher des questions aussi importantes en nous laissant guider par ceux qui crient le plus fort, serait nous aban-

donner à l'anarchie.»²⁵ Dans le premier tome de son rapport, le Comité réclamait pour le Canada une politique globale et cohérente des sciences. La seule manière systématique de définir une telle politique à l'échelon décisionnel est de commencer par fixer une série d'objectifs ou de directives à long terme conçus le plus rationnellement possible. Ce n'est que dans un tel contexte que nous apprendrons à progresser en matière d'organisation.

Nous devons aussi souligner que les objectifs à long terme ne sont pas immuables. C'est ainsi que s'entendait jadis le mot «objectif». Tout au commencement de la révolution scientifique moderne, nous voyons le mot «objectif» prendre la signification d'«objet d'efforts ou d'ambitions, ou destination d'un voyage (difficile).»²⁶ Les anciens Grecs appelaient la chance *stochos*, c'est-à-dire le but ou l'objectif à atteindre.²⁷ La probabilité d'atteindre un objectif ou de le voir rester identique à lui-même dans le temps n'est pas une probabilité absolue, et jusqu'à ces derniers temps personne n'aurait osé croire qu'il fallait entendre le mot «objectif» dans ce sens-là. Quand le Comité insiste sur le fait que l'objectif de 2.5 pour cent que nous nous sommes fixés doit être subordonné à la mise en œuvre de programmes et de projets dignes de son appui, c'est aussi sous cette réserve qu'il l'entend.

L'avenir peut nous ménager des surprises. Bien des événements pourraient sérieusement modifier nos objectifs à long terme. Le Comité a pensé que l'objectif global qu'il recommandait pourrait devoir être modifié—soit augmenté, soit diminué—et qu'il faut dès lors prévoir un mécanisme central responsable de la politique, à qui il incombera entre autres de modifier cet objectif, à la lumière d'événements imprévisibles et de la conjoncture. Nous estimons donc qu'il est nécessaire, pour deux raisons, de fixer des objectifs et de créer l'organe chargé de définir une politique scientifique globale et cohérente aux fins de: 1) susciter la compréhension et la compétence nécessaires à une planification efficace, et 2) réorienter les efforts et réviser la cadence des activités nécessaires pour atteindre l'objectif initial, compte tenu d'événements fortuits qui se produiront inévitablement. Dans ce contexte, les objectifs et les décisions relevant de la politique scientifique seront encore soumis aux lois du hasard mais ne seront pas déterminés uniquement par elles; ils seront le fruit d'un travail d'élaboration rationnel, fondé sur les besoins nationaux et sur la conjoncture internationale.

Il y a 200 ans, voulant faire adopter une nouvelle Constitution aux États-Unis, les auteurs des documents *Fédéralistes* disaient: «S'il n'est pas parfait à tous égards, dans l'ensemble, le système est bon; c'est en tout cas le meilleur que l'on puisse concevoir pour le pays dans les circonstances actuelles,» en soulignant par ailleurs que la Constitution même renfermait des

dispositions qui permettraient de la reviser.²⁸ A certains égards, notre position est identique à celle que ces écrivains évoquaient. Si imparfaits que puissent être nos objectifs à long terme et le mécanisme central conçu pour les atteindre, le Comité estime qu'ils sont indispensables pour montrer si le processus décisionnel du gouvernement lui permet de définir les objectifs d'une politique des sciences, à l'instar des auteurs des documents *Fédéralistes* qui espéraient qu'on définirait les objectifs de leur pays: « . . . en se fondant sur la réflexion et sur le choix . . . plutôt qu'en se fiant au hasard et à la force. »²⁹

Le Comité croit que, dans l'intérêt public, «la réflexion et le choix» sont nécessaires. Personne n'imaginera que cette tâche est aisée; un observateur avisé, Caryl P. Haskins, disait à l'époque où il était président de l'Institut Carnegie:

Il faudra au moins deux ans de labeur avant de pouvoir essayer de mettre au point une stratégie nationale plus cohérente de la recherche et du développement et de formuler explicitement des politiques capables non seulement de déterminer l'ordre des priorités des travaux—tâche qui, en soi, est déjà herculéenne—mais encore d'évaluer les avantages que la société retirera des investissements que nous faisons dans la science et la technologie. Actuellement, les inconnues sont incommensurables et il est possible qu'elles le restent toujours. Mais on peut déjà discerner certains des éléments essentiels à une telle politique.³⁰

Le Comité est convaincu que ce défi doit être relevé et qu'il est indispensable de commencer par fixer des objectifs spécifiques à long terme, que l'on s'efforcera d'atteindre progressivement, par paliers, en les modifiant en cours de route suivant les besoins de l'heure.

En résumé, le Comité propose que le Canada augmente l'ampleur de sa contribution globale en matière de R – D, de manière à l'aligner davantage sur celle de pays semblables à lui. Ce changement devrait être assorti d'une meilleure répartition des efforts de R – D, l'accent étant mis sur le développement, et en attribuant un rôle plus grand à l'industrie qu'au gouvernement; seule une structure efficace de prises de décision doit permettre d'atteindre cet objectif. En se dotant d'une Commission du futur qui contribuerait à mettre sur pied une «démocratie d'anticipation», un réseau national d'information sur la science et la technologie qui comprendra un service de prospective technologique; enfin grâce à des plans à moyen terme touchant les activités de R – D la politique scientifique canadienne aurait les moyens d'action dont elle a besoin pour aider au maximum le Canada à atteindre ses objectifs.

NOTES ET RENVOIS

1. Alvin M. Weinberg, «Criteria for Scientific Choice» *Criteria for Scientific Development*, *op. cit.*, p. 29.
2. Dennis Gabor, *Innovations: Scientific Technological and Social*, Oxford University Press, 1970, p. 102.
3. Erich Jantsch, *Technological Forecasting in Perspective*, OCDE, 1967.
4. Daniel Bell, «The Year 2000—The Trajectory of an Idea», *Daedalus*, été 1967, p. 639.
5. Harvard University Program on Technology and Society, *Fourth Annual Report, 1967-1968*, Cambridge, pp. 70-71.
6. Sur ce concept et ses implications, on trouvera des explications plus détaillées dans Alvin Toffler, *Future Shock*, chapitre 20.
7. Voir W. R. Hibbard Jr., «Materials R&D: Planning, Programming, Budgeting and Measurement», *op. cit.*
8. *L'Observateur de l'OCDE*, n° 33, avril 1968, p. 38.
9. *Examen des politiques nationales de l'information scientifique et technique: Canada*, OCDE, Paris, 1971, p. 87.
10. *Ibid.*, p. 89.
11. *Ibid.*, p. 47.
12. D^r Donald Hornig, allocution prononcée devant l'American Physical Society, 1967.
13. Cité dans «Trauma by the Swimming Pool», *Technology Review*, juin 1971, p. 74.
14. Cité dans «No Comfort in Economics», *Technology Review*, juin 1971, p. 73.
15. Augustus B. Kinzel, «Industrial Research: Why, How, and What», *Man and His World: The Noranda Lectures, Expo '67*, University of Toronto Press, 1968, p. 136.
16. Comité spécial de la politique scientifique, *Délibérations* n° 66, 18 juin 1969, p. 7982.
17. *Ibid.*, n° 68, 19 juin 1969, p. 8119.
18. William N. Leonard, «Research and Development in Industrial Growth», *Journal of Political Economy*, mars-avril 1971, p. 235.
19. *Productivity Trends in the United States*, Princeton University Press, 1961, 630 pp.
20. J. Lukaszewicz, «Complexity and Saturation in an Environment of High Technology», College of Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Report VP1-E-70-21, décembre 1970.
21. *Federal Funds for Research, Development and Other Scientific Activities*, Volume XVIII, Surveys of Science Resources Series, National Science Foundation, NSF 69-31, Washington, 1969.
22. National Science Foundation, 71-24, 7 septembre 1971.
23. Banque du Canada, *Résumé statistique*, juin 1971, pp. 471-472.
24. OCDE, *La croissance de la production 1960-1980, Expérience, perspectives et problèmes de politique économique*, décembre 1970, Tableau 23, p. 90.
25. Derek J. de Solla Price, *Science Since Babylon*, Yale University Press, édition brochée, 1962, p. 123.
26. «A usage of 1608». W. Little, H. W. Fowler et J. Coulson, éd. C. T. Onions, *The Shorter Oxford English Dictionary, on historical principles*, Oxford University Press, 1965.
27. Noté par Arnold Kaufman, *The Science of Decision Making*, McGraw Hill, New York, (traduit du français), 1968, p. 123.
28. Cité par John R. Platt, *The Steps to Man*, Wiley, New York, 1966, p. 115.
29. *Ibid.*, p. 111.
30. Caryl P. Haskins, «Science and Policy for a New Decade», *Foreign Affairs*, Vol. 49, n° 2, janvier 1971, p. 265.

14

OBJECTIFS ET STRATÉGIES DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE

Le présent chapitre et les recommandations qui en découlent s'appuient principalement sur les neuf considérations suivantes:

1. La recherche fondamentale est à l'origine du progrès de la science et de son existence même.
2. Le rythme d'accroissement des activités de recherche fondamentale au Canada a été l'un des plus élevés au monde durant les années 1960, de sorte que la part que notre pays fait à la recherche fondamentale dans son budget de R - D est de beaucoup supérieure à celle qu'on observe dans la plupart des autres pays évolués.
3. Dans notre évolution vers la maturité, nous arrivons au stade durant lequel il faut insister sur la *qualité* plutôt que sur la *quantité*.
4. Nous ne devons pas tenter de dissimuler l'objectif réel que nous voulons atteindre en faisant de la recherche fondamentale libre: il faut reconnaître sans détour que c'est l'avancement de la science en elle-même. Nous ne devrions pas avoir à cacher ce travail derrière la façade de programmes orientés en apparence vers des études pratiques.
5. Il faut accorder une aide efficace aux spécialistes en recherche fondamentale qui se distinguent par l'excellence de leurs réalisations ou qui promettent pour l'avenir.
6. Bien que la recherche fondamentale trouve en elle-même sa raison d'être, la politique scientifique doit viser à rattacher plus étroitement les résultats de cette recherche et les données utilisées dans les autres activités de R - D.

7. L'expérience montre que les spécialistes en recherche fondamentale qui travaillent dans des domaines différents ont tout intérêt à se grouper pour constituer des équipes pluridisciplinaires.
8. Pour remplir efficacement leur rôle, les universités qui forment les étudiants à «l'art de la recherche scientifique» doivent se livrer elles-mêmes à la recherche. Cette recherche doit être considérée comme un moyen de formation et non pas comme une entreprise visant avant tout à faire progresser le savoir scientifique.
9. Il a été fait mention, dans le premier volume, de l'excédent de diplômés dans les sciences fondamentales. L'innovation scientifique allant de pair avec la jeunesse, cet excédent devrait permettre aux laboratoires de recherche du Canada, plus particulièrement ceux qui s'occupent de recherche fondamentale, de se rajeunir.

Dans le chapitre précédent, nous avons proposé un objectif global de dépenses brutes en recherche et développement et nous avons indiqué quel devrait être le budget de l'État pour les sciences et la technologie. La prochaine étape de la planification scientifique doit être la répartition de ces fonds entre la recherche fondamentale et les autres activités de R - D. Après avoir déterminé les différents objectifs, il faut établir pour chacun une stratégie particulière. Ensuite les principaux secteurs qui interviennent dans le financement et l'exécution des programmes—l'État, les universités et l'industrie—se partageront la tâche. En dernier lieu, les programmes distincts dont l'ensemble forme l'aboutissement de la politique scientifique donneront lieu à un choix, une mise en œuvre, un contrôle et une évaluation en fonction de leur valeur intrinsèque, des besoins nationaux et des ressources disponibles.

Au niveau des concepts, le partage des ressources d'après les buts à atteindre et d'après des secteurs se révèle déjà difficile, car certains domaines de base ne présentent pas toujours des frontières précises et suscitent des interactions complexes. Les centres d'activité sont faciles à reconnaître, mais on s'y limite assez rarement à un seul type de R - D. Bien qu'on pense d'abord aux universités lorsqu'il est question de recherche fondamentale, il faut se rappeler qu'un certain nombre de laboratoires industriels se livrent à de tels travaux, l'exemple le plus célèbre étant celui des Laboratoires Bell, dans lesquels deux scientifiques ont effectué les travaux qui leur ont mérité le prix Nobel de physique. A l'intérieur d'un système décentralisé, il est inévitable qu'il y ait un certain chevauchement aussi bien au niveau des domaines de R - D qu'à celui des centres d'activité. Ces chevauchements ne peuvent être éliminés que si un ministère central est en mesure d'analyser de façon désintéressée les différents programmes en se plaçant dans une perspective générale

et possède suffisamment d'autorité pour trancher les différends. Pour ne pas compliquer inutilement la situation, ce ministère ne devrait pas lui-même effectuer de travaux de recherche.

Quiconque veut étudier la possibilité de répartir les ressources entre les différents centres d'activité se heurte aujourd'hui au manque de statistiques précises et détaillées sur l'effort de R - D au Canada et, ce qui est encore plus irritant, au manque de données précises sur la valeur des réalisations passées. Dans le prochain volume, le Comité formulera une recommandation formelle en vue de combler cette lacune.

LA RECHERCHE FONDAMENTALE ET APPLIQUÉE

La recherche fondamentale fournit un bon exemple des difficultés que l'on a, au niveau des concepts, à distinguer entre les diverses activités de R - D aux fins de la politique scientifique.

Il importe parfois de distinguer la recherche fondamentale de la recherche appliquée. L'OCDE a défini la recherche appliquée de la façon suivante: «recherche originale entreprise en vue d'acquérir des connaissances scientifiques ou techniques nouvelles». Il est vrai qu'on ajoute: «Elle est toutefois orientée principalement vers un but ou une fin pratique spécifique.» La recherche appliquée peut être faite par un chercheur formé aux méthodes de la recherche fondamentale et à l'aide de ces méthodes. Les activités peuvent alors ne se différencier que par le but qu'on leur assigne, par l'intention du chercheur ou par le genre d'organisation qui l'emploie.

En outre, la recherche fondamentale elle-même se divise en deux catégories: la recherche suscitée par la curiosité et la recherche à vocation pratique. La première (qu'on appelle parfois recherche «pure») reste à part; la recherche à vocation pratique et la recherche appliquée répondent toutes les deux à une finalité extra-scientifique. Or, étant donné que les institutions ne sont que des inventions sociales dont l'objet principal est de permettre d'atteindre des buts spécifiques, il n'y a rien d'étonnant qu'il existe une corrélation entre les fins de l'activité scientifique et les organismes qui en ont la charge. C'est entre la recherche «pure» et la recherche appliquée que réside la distinction principale, comme nous l'avons noté au chapitre 12.

La recherche libre s'oriente en fonction des exigences profondes de la discipline. «Le chercheur fait le choix des problèmes à étudier d'après deux critères: les problèmes doivent offrir une possibilité de solution et celle-ci doit pouvoir se rattacher aux courants de pensée à l'intérieur de la discipline.»¹ Dans un tel cadre de recherche, seuls les spécialistes de la discipline en question peuvent définir les problèmes et, généralement, les solutions

présentées sont entièrement tributaires des concepts abstraits qui soutiennent intérieurement la discipline. C'est un champ d'action qui correspond à celui de la «République de la science» de Polanyi.

La recherche fondamentale dirigée ne présente pas le même degré d'abstraction et d'autonomie puisque l'objectif se situe à l'extérieur de la discipline scientifique. «Les travaux scientifiques proprement dits font encore appel à la méthodologie de la science fondamentale, mais au but intrinsèque vient s'ajouter un objectif externe. . . . Le choix de ces objectifs externes ne peut être déterminé par le recours à la méthodologie de la science.»² Un programme de recherche dirigée peut avoir pour origine les exigences techniques d'une mission pratique; bien plus, ces exigences techniques peuvent indirectement inspirer des recherches libres. Harvey Brooks affirme à cet égard:

Quelques-uns des problèmes les plus captivants—parfois même fondamentalement importants—qui se rattachent à la physique de l'état solide ou à la physique moléculaire ont été soulevés à la suite d'études initialement entreprises pour répondre à des besoins techniques.³

Au niveau des concepts, la recherche libre pose un problème supplémentaire, celui du comportement du chercheur. La simple curiosité ne suffit vraiment pas à pousser quelqu'un à entreprendre la réalisation d'un projet de recherche. Les résultats obtenus dépendent aussi bien des motifs qui accompagnent la curiosité que du talent et du savoir-faire du chercheur. Le problème que posent les intentions réelles des scientifiques engagés dans la recherche fondamentale libre demeure donc entier.

Dans un ouvrage intitulé *The Psychology of Science*, le professeur Abraham Maslow indique les deux orientations que peut prendre la curiosité de l'investigateur scientifique:

. . . Il peut s'agir d'un scientifique plutôt porté à la défensive, motivé par ses carences et par le besoin d'assurer sa sécurité, agissant sous l'empire de l'anxiété et se comportant de façon à la neutraliser. Il peut s'agir d'autre part de quelqu'un qui a dominé son anxiété, et qui s'attaque de façon positive aux problèmes qu'il rencontre, de façon à les vaincre . . . il peut être orienté vers la solution de problèmes extérieurs plutôt qu'intérieurs à lui-même.⁴

Le premier peut fort bien avoir recours à tous les attributs de la recherche scientifique—rigueur, assurance, minutie, précision, ordre, collecte de données quantitatives et de preuves, vérification, certitude, logique; en résumé à tout ce qui est «bien», «beau» et «savant»⁵—tout cela pour se créer un périmètre de défense et pour échapper à l'anxiété. Maslow ajoute:

Dans les cas extrêmes, [la science] permet de se mettre à l'abri de la vie, de se cloîtrer pour ainsi dire. Pour certaines personnes au moins, elle devient une

institution sociale dont la fonction principale est de défendre, de conserver, de classer et de stabiliser, plutôt que de mener à la découverte et au renouveau . . . une sorte de muraille de Chine s'opposant à l'innovation, à la créativité, à la révolution, voire aux nouvelles vérités elles-mêmes si elles sont trop gênantes.⁶

En revanche, la curiosité peut s'allier à la créativité et aux techniques requises pour contribuer de façon sensible à l'avancement des connaissances.⁷

Face à cette diversité d'activités, nous constatons que la recherche pure reste à part dans la gamme de travaux qu'embrasse la politique scientifique; en effet, le chercheur ne vise aucun but extérieur et n'est lié qu'au monde des sciences. Il y a des gens qui prétendent, non sans rencontrer d'opposition, qu'il ne faut pas mener ensemble les recherches pures et les recherches appliquées. D'autres affirment que la politique scientifique doit se centrer d'abord sur la recherche fondamentale à cause de son utilité éventuelle; pourtant celle-ci est loin d'être garantie comme le savant britannique, Lord Rothschild, le soulignait récemment à son gouvernement:

On dit aussi parfois, aux fins de justifier la recherche fondamentale, que les observations fortuites qui surviennent au cours de ces travaux et l'étude qu'on en fait ultérieurement peuvent se révéler aussi importantes que celles qui proviennent de la recherche appliquée. Cette affirmation renferme un certain degré de vérité, mais les besoins qu'éprouve le pays ne sont pas si négligeables qu'on aille les abandonner au hasard d'une sorte de roue de fortune scientifique comportant une série de chiffres dépassant de beaucoup les 37 numéros classiques où la boule peut s'arrêter.⁸

En conséquence, il faut prendre soin d'assurer que les organismes qui s'adonnent à la recherche fondamentale s'entourent d'une atmosphère appropriée à leur activité. C'est sur des considérations de ce genre que s'appuient quelques-unes des recommandations de notre Comité au cours du présent chapitre.

LES EINSTEINS ET «LES SCIENCES ORDINAIRES»

Nous ne voulons pas donner l'impression que seules les grandes percées faites par les princes de la science lui impriment de véritables progrès. Ces percées, évidemment, contribuent à faire reculer les frontières du savoir, mais elles sont malheureusement assez rares. Dans *The Structure of Scientific Revolutions*,⁹ Thomas S. Kuhn, physicien et historien des sciences, dit que de temps à autre un savant survient apportant une nouvelle conception de l'homme ou du monde. C'est ce qu'ont fait Aristote, Ptolémée, Newton et Einstein, entre autres. Kuhn appelle «paradigmes» les concepts révolutionnaires de ces

savants. Ces concepts, dit-il, ont toujours possédé deux caractéristiques essentielles : «Les réalisations de ces maîtres sortaient suffisamment de l'ordinaire pour attirer un groupe de disciples fidèles et les dissocier de la sorte des autres modes d'activité scientifique. D'autre part, elles ouvraient des perspectives assez vastes pour révéler de nombreux problèmes à l'attention du groupe de spécialistes nouvellement constitué.»¹⁰ Les révolutions scientifiques se heurtent aux paradigmes existants et suscitent ordinairement une forte opposition de la part des scientifiques qui ont travaillé longtemps à l'intérieur de l'ancien cadre scientifique. Dans son ouvrage intitulé : *Scientific Autobiography*, le physicien Max Planck, gagnant du prix Nobel, déclarait : «. . . une vérité scientifique nouvelle ne triomphe pas parce qu'elle obtient l'assentiment de ses adversaires, mais parce que ceux-ci finissent par mourir et parce que le nouveau concept fait partie du monde familier de la génération nouvelle.»¹¹ Le même phénomène se produit dans le monde des sciences sociales, ce que Paul Samuelson, lui aussi gagnant du prix Nobel, souligne dans la description qu'il fait de la révolution keynésienne :

La *théorie générale* s'attaqua avec une virulence imprévue à la grande majorité des économistes de moins de 35 ans, un peu à la façon des maladies apportées par les Blancs dans les îles isolées de l'Océanie. Les économistes de plus de cinquante ans échappèrent généralement aux atteintes de l'épidémie. A la longue, la plupart de ceux qui faisaient le pont entre ces deux groupes finirent par être affectés, souvent sans le savoir ou du moins sans vouloir se l'avouer.¹²

Chaque génération ne compte qu'un nombre infime de scientifiques pouvant se glorifier d'avoir apporté au monde de nouveaux concepts capables de révolutionner les sciences. Certaines nations ne verront peut-être jamais naître chez elles de tels créateurs et de telles révolutions. Le monde scientifique ne nous présente que bien rarement des Einsteins. La politique scientifique doit donc tenir compte du fait que les spécialistes de la recherche fondamentale font en général des travaux de type classique, que Kuhn appelle «la science ordinaire». Voici comment il décrit les trois activités qui constituent la tâche de la plupart des scientifiques :

1. La découverte de faits dont un paradigme souligne l'importance. Il s'agit là d'une tâche essentielle. Kuhn déclare à ce propos : «De Tycho Brahé à E. O. Lawrence, une succession de scientifiques ont acquis une réputation enviable non par la nouveauté de leurs découvertes, mais par la précision, l'exactitude et la portée des méthodes qu'ils ont conçues pour redéfinir certaines données déjà connues.»¹³ Les scientifiques s'inquiètent de la possibilité de voir les hommes politiques ou certains autres profanes s'ingérer dans des travaux de

recherche scientifique aussi précis. Comment un profane, étranger à une discipline, pourrait-il savoir quelles données deviennent importantes dans l'optique d'un nouveau paradigme?

2. L'harmonisation des faits et de la théorie. Ces travaux bien que fréquents sont quantitativement moins importants. Selon Kuhn, «ils portent sur des éléments assez souvent dépourvus d'intérêt intrinsèque qui permettent toutefois de comparer directement les prédictions de la théorie paradigme à la réalité.»¹⁴ L'expérimentateur doit constamment faire preuve d'imagination pour affiner le degré de correspondance ou pour trouver de nouveaux domaines d'application. Kuhn fait remarquer qu'il a fallu attendre près d'un siècle après la publication des *Principes* de Newton pour obtenir la confirmation expérimentale absolue de la deuxième loi de Newton, grâce à l'invention de la machine d'Atwood, mais que «sans les *Principes* . . . les mesures obtenues à l'aide de la machine d'Atwood seraient demeurées intelligibles.»¹⁵ Cette deuxième catégorie d'expériences scientifiques ordinaires n'apporte que rarement des connaissances intrinsèquement valables, et ne sert que d'appui aux paradigmes ou aux théories révolutionnaires. Ici également, comment pourrait-on confier à des profanes la direction ou la surveillance de telles activités?
3. L'application de la théorie. Il s'agit à cette étape d'effectuer les travaux empiriques de développement de la théorie paradigme, d'éliminer certaines ambiguïtés résiduelles, de résoudre les problèmes qu'elle ne faisait qu'envisager au début, ou de codifier sous forme de «lois» les rapports entre les concepts.

La recherche fondamentale qui s'impose pour perfectionner ou amplifier les données initiales de la «science ordinaire» exige souvent la participation attentive des meilleurs hommes de science. Elle peut certainement passionner les scientifiques les plus avancés en recherche fondamentale.

UNE COMMISSION ET DES FONDATIONS CANADIENNES DE RECHERCHE

La description qu'on vient de donner de la recherche fondamentale et de ses principaux éléments fait ressortir certains aspects fort importants de la politique scientifique.

La recherche qui s'effectue dans les universités canadiennes avec l'aide financière des conseils de recherche du gouvernement fédéral appartient à différentes catégories. Il peut s'agir d'études, de collecte de données et d'ana-

lyses, particulièrement dans le domaine des lettres et des sciences humaines; de travaux de recherche sur la somme de connaissances existantes, mais dans le contexte immédiat de l'enseignement; de la recherche à vocation utilitaire; de la recherche fondamentale visant à accroître la somme de connaissances fondamentales, etc. Tous ces genres de recherche sont importants et méritent qu'on les soutienne, mais ils ne correspondent pas aux mêmes besoins et, de ce fait, comportent des exigences différentes. Pour en venir à une politique cohérente des sciences, il faut d'abord décider si l'aide doit être fondée sur des critères uniformes et si les mêmes organismes de soutien doivent s'occuper de toutes les catégories.

Les relevés scientifiques, tout comme la collecte de données et leur analyse, peuvent favoriser la découverte scientifique et renseigner sur la nature véritable et sur les dimensions de certains problèmes pratiques. Ces relevés font souvent appel à des techniques bien établies—échantillonnage, informatique, etc.: ils sont vraiment axés sur l'acquisition de données précises. Pour ces motifs, ils devraient bénéficier de l'appui d'organismes qui se consacrent à la collecte de données, Statistique Canada par exemple, ou de ministères chargés de missions pratiques, les mieux en mesure de se prononcer sur la valeur technique ou l'utilité de ces relevés. À titre d'exemple, les musées nationaux nous semblent plus compétents que le Conseil des Arts du Canada pour déterminer la valeur, et du fait même la priorité, des études archéologiques. Il en va de même généralement de la recherche appliquée concentrée sur des points bien définis de l'innovation économique ou sociale.

La plupart des universités, aussi bien au Canada qu'à l'étranger, ont attaché très peu d'importance à la recherche portant sur les connaissances existantes et sur la façon d'en améliorer la transmission. Un nombre croissant d'observateurs condamnent le favoritisme dont bénéficie la recherche fondamentale et signalent que cette préférence nuit à la qualité et au prestige de l'enseignement. Ces critiques s'étant d'abord manifestées aux États-Unis, il convient de citer ici l'un de ceux qui se sont exprimés avec le plus d'énergie, Jacques Barzun, de l'Université Columbia. Il dénonce «le culte épidémique de la recherche», affirme que «l'idée même qu'on puisse préférer la pratique, l'enseignement ou la réflexion, inspire de l'horreur», et soutient que «la recherche . . . a cessé d'être une vocation pour devenir une institution.»¹⁶

Voici selon Barzun, ce que ce culte a apporté aux universités:

En faisant du «Ph.D.» la clef qui ouvre la porte de l'enseignement et de la recherche, on a fait entrer les sept péchés capitaux du mandarinat: les subventions à la recherche se sont chargées du reste.

Le désir qu'éprouvent tous les universitaires de singer le monde des sciences physiques et la hantise qu'ont toutes les universités de n'accueillir que des

chercheurs ont été chèrement payés. Même en l'absence de talent, d'intérêt ou de sujet d'étude, on exige des travaux originaux, «un apport au savoir». . . . Depuis la deuxième Guerre mondiale, les universités et les collèges sont obsédés par le désir de rehausser leur prestige par la recherche. Les chercheurs, jeunes ou vieux, dont les travaux ont la faveur du monde scientifique font l'objet d'une concurrence impitoyable. On leur offre des traitements impressionnants et divers autres revenus, et on les exempte à peu près de tout enseignement. . . . Une fois que les meilleurs scientifiques sont ainsi détournés des salles de cours, qu'ils deviennent pour ainsi dire des faux-bourbons de la recherche, il y a toujours moyen de trouver à bon marché des étudiants de cycles avancés pour donner les cours de premier cycle dont les chercheurs auraient pu se charger.¹⁷

Même si d'autres observateurs ont été aussi sévères, ces critiques semblent excessives. De toute façon, elles ne valent pas nécessairement pour le Canada. Nous en avons parlé pour signaler un danger à éviter et pour rappeler que les liens entre l'enseignement et la recherche fondamentale ne sont pas aussi étroits qu'on le pense généralement.

Ces deux activités peuvent même se faire concurrence au lieu de se compléter au niveau de la préparation et des motivations diverses du personnel universitaire. Un bon professeur n'est pas nécessairement un chercheur original, et vice versa. Par ailleurs, un scientifique qui s'absorbe profondément dans son programme de recherche—il le faut pour réussir—peut être tenté de négliger son enseignement et ses étudiants.

La fin principale des universités est non pas la recherche mais, comme le disait récemment le président du MIT, Jerome B. Wiesner: «la soif du savoir, l'expansion du savoir, la transmission du savoir, [et] l'application du savoir.»¹⁸ Par rapport à la somme du savoir humain, les découvertes scientifiques qu'une université est en mesure de faire ne peuvent offrir qu'une infime contribution et ne doivent constituer qu'un objectif secondaire. Il en est de même de l'initiation d'un nombre suffisant d'étudiants aux techniques de la découverte. Cela ne signifie pas cependant que les universités doivent s'abstenir d'entreprendre des travaux de recherche fondamentale libre ou de s'associer étroitement à des centres reconnus de recherche fondamentale dirigée. Nous voulons seulement dire qu'elles ne doivent pas accorder une importance excessive à ce rôle, ce qu'elles semblent faire lorsqu'elles adoptent un système de rémunération et de promotion presque exclusivement fondé sur les résultats obtenus dans la recherche fondamentale et sur le nombre d'articles publiés dans les revues scientifiques.

D'autre part, la recherche portant sur les connaissances existantes et particulièrement sur les connaissances d'acquisition récente est l'une des conditions essentielles d'un bon enseignement et la principale raison d'être des

universités, même si elle ne favorise pas nécessairement la publication d'articles dans les revues scientifiques. Autrement, la formation des étudiants n'aura pas la qualité voulue. «L'explosion du savoir» exige que le professeur se tienne au courant du progrès des sciences, ce qui suppose énormément de temps. Elles doivent synthétiser les connaissances pour les transmettre à leurs étudiants. C'est pour cela que la recherche portant sur le savoir existant doit être plus fortement encouragée que par le passé. Selon Richard B. Freeman, on aiderait de la sorte à rétablir un meilleur équilibre:

En orientant la motivation économique des universités vers l'enseignement, on pourrait réduire la part qu'elles accordent présentement à la recherche. Puisqu'il est avéré que les universités et le corps professoral orientent leurs activités en fonction de facteurs économiques, l'établissement d'un palmarès national de l'enseignement, apportant à la fois la consécration du mérite et l'assistance financière aux «bons professeurs», encouragements aujourd'hui réservés aux chercheurs, pousserait les universités et le corps professoral à réorienter leurs activités.¹⁹

Le Comité est d'avis que l'enseignement (y compris la formation des professeurs et la recherche portant sur les connaissances existantes) et la recherche fondamentale (y compris la période de probation des jeunes spécialistes de la recherche fondamentale) devraient être deux fonctions séparées bénéficiant d'un appui accordé selon des critères différents par des organismes distincts.

L'enseignement proprement dit et la formation des professeurs devraient tous deux être considérés comme des éléments essentiels du système d'enseignement. Le même principe vaut pour la recherche portant directement sur l'enseignement et sur la transmission des connaissances existantes. Les sommes consacrées à ce genre de recherche devraient occuper toute la place voulue dans les budgets des universités et des autres organismes qui s'occupent d'enseignement. Il s'agit de faciliter la formation de l'ensemble des étudiants et non seulement du petit nombre qui deviendront chercheurs. De plus, il est impossible de centraliser les décisions relatives à l'importance et à la répartition des montants accordés, car on ne peut évaluer à distance la recherche effectuée par les professeurs pour améliorer leur enseignement. C'est pourquoi il faudrait confier le contrôle de cette aide financière aux universités et même aux facultés. Les provinces devraient administrer ces budgets avec la collaboration des universités. A noter qu'en vertu des ententes actuelles sur le partage des frais de l'enseignement secondaire, le gouvernement fédéral assumerait la moitié de ces dépenses.

En contrepartie, le gouvernement fédéral financerait les services de recherche fondamentale des universités et des autres centres d'excellence. La

raison d'une telle répartition est que ce dernier genre de recherche représente pour le Canada une obligation de caractère international et constitue même son principal apport à la science fondamentale à l'échelle mondiale. Il faut de plus avoir recours aux normes internationales pour juger des possibilités de chacun en matière de recherche fondamentale et rattacher cette exigence à certaines convictions profondes qui ont cours chez les scientifiques voués à la recherche fondamentale. Le physicien John Ziman affirme à ce propos:

J'ai l'impression que le scientifique dont nous nous préoccupons ici... —le scientifique «pur» plutôt que le technicien—n'éprouve souvent qu'une affection accessoire à l'égard de l'organisme pour lequel, en théorie du moins, il travaille. Il conçoit cet organisme comme un havre commode, une source de revenu, un décor à l'intérieur duquel il peut organiser une vie bien à lui. Il comprend fort bien la nécessité de l'institution dont il fait partie, il sait qu'il faut l'administrer, mais il préfère laisser ces responsabilités aux autres. Bien entendu, il veut disposer de fonds abondants pour ses propres activités et il devient parfois très astucieux et très égoïste pour en obtenir. Il peut fort bien ne s'intéresser que de très loin aux objectifs principaux des grandes institutions—éducation, défense nationale, rentabilité de la production, prestige national, etc. ...

En réalité, le scientifique accorde son allégeance à la grande famille scientifique, et plus particulièrement au «Collège invisible» auquel il appartient de par sa spécialité. Sa fidélité a avant tout pour objet les institutions plus ou moins floues qui soutiennent et encouragent la poursuite du savoir au niveau où se fait l'unanimité. En réalité, la sociologie de la science... a pour objet... l'interaction sociale de chaque scientifique avec ses collègues, c'est-à-dire les autres scientifiques qui étudient les mêmes problèmes, en Europe, en Amérique ou à Timbouctou.²⁰

L'aide apportée par le gouvernement fédéral au chapitre de la recherche fondamentale dans les universités devrait s'étendre aux frais directs et aux frais indirects, conformément aux recommandations de l'équipe Macdonald. Les universités n'auraient ainsi à porter aucune partie du fardeau financier de la recherche fondamentale, les spécialistes pourraient concentrer leur activité sur leurs projets puisqu'on pourrait réduire considérablement le temps qu'ils doivent consacrer à l'enseignement, et on augmenterait proportionnellement le personnel enseignant sans frais supplémentaires. Ce serait là selon nous la meilleure façon de concilier les exigences d'un enseignement et d'une recherche fondamentale de qualité supérieure dans les universités.

Les gouvernements provinciaux ont évidemment toute latitude pour mettre sur pied dans les universités leurs propres programmes supplémentaires de soutien de la recherche fondamentale libre.

Ces considérations devraient exercer une influence considérable sur le rôle, les objectifs et la mise sur pied du financement fédéral de la recherche fondamentale libre. Il faudrait restreindre les bourses pré-doctorales aux diplômés qui s'engagent de façon précise à poursuivre une carrière en recherche fondamentale et qui font preuve des hautes qualités requises. D'autre part, c'est surtout aux organismes à vocation utilitaire que devrait aller l'encouragement aux investigations scientifiques et à la recherche appliquée. L'aide que les fondations fédérales proposées plus loin apporteront à ces organismes n'aurait qu'un caractère résiduel et ne serait disponible que dans les secteurs non dotés d'autres agences centrales particulières. Ces fondations auraient pour tâche principale de favoriser les activités *intra-muros* et de mettre en valeur, aussi bien au plan individuel qu'institutionnel, les ressources applicables à la recherche fondamentale. Toutefois, elles devraient prendre à leur charge tous les frais directs ou indirects attachés aux projets et aux programmes qu'elles ont décidé d'appuyer.

Il faudra modifier les structures actuelles. Le Conseil national de recherches du Canada a d'abord été conçu pour aviser le gouvernement sur des questions de recherche scientifique et industrielle et pour jouer le rôle d'une fondation ayant pour but d'encourager la recherche universitaire. Dans le premier tome de son rapport, notre Comité a noté qu'au début des années 1930, le Conseil a commencé à créer ses propres laboratoires sans trop se préoccuper de son rôle de conseiller. C'est ainsi qu'il s'est transformé en une fondation et une académie s'intéressant à la recherche fondamentale *intra-muros* et à d'autres travaux de R - D. Ce ne fut donc pas un conseil au vrai sens du terme, fonction qui fut assignée au Conseil des sciences en 1966.

Le Conseil des recherches médicales, rejeton du CNRC, a obtenu son indépendance en 1968. Il a pour seule mission de favoriser les recherches médicales dans les universités et autres établissements assimilés. A l'instar du Conseil des recherches médicales, le Conseil des Arts du Canada, créé en 1957, ne s'occupe pas d'activités de R - D *intra-muros*. Son aide s'étend aux arts, aux lettres et aux sciences sociales.

Ces deux derniers organismes ne sont pas non plus des conseils; ce n'est pas leur rôle. Néanmoins il est difficile de comprendre que tous les trois aient une constitution, une composition et des tâches si différentes; on se demande pourquoi. Le Conseil des Arts n'est pas une agence de la Couronne; ses membres viennent du secteur public. Le Conseil national de recherches et le Conseil des recherches médicales portent le nom d'associations ministérielles, mais ils choisissent leurs membres parmi les scientifiques. Le Rapport Macdonald relève nombre d'autres différences qui, à notre avis, devraient disparaître puisque ces conseils remplissent essentiellement les mêmes fonctions.

Dans l'ensemble nous sommes d'accord avec les principales recommandations soumises par le Groupe Macdonald. Selon nous, il faut séparer le rôle subventionnel du CNRC de celui de la régie de ses propres laboratoires. Pour ajouter aux raisons que le Rapport Macdonald donne à l'appui de cette suggestion, on nous a dit que le bureau du CNRC consacre 90 pour cent de son temps et de ses efforts à la distribution de subventions, ce qui indique que, dans la pratique, cette séparation existe déjà et que le CNRC s'occupe peu de la direction des laboratoires, charge dont le Parlement croit qu'il s'acquitte.

Nous proposons également que le Conseil des Arts consacre toute son attention aux beaux-arts et que l'on crée un nouvel organisme qui encouragerait les lettres et les sciences humaines et dont les membres seraient choisis parmi les groupes de ces disciplines. En 1952, il y avait de bonnes raisons de donner au Conseil les attributions qu'il a: la crainte des interventions politiques si on en faisait une agence de la Couronne, le danger qu'il y aurait d'une attribution peu sérieuse des fonds si les membres ne représentaient pas le grand public. Ces inquiétudes ont aujourd'hui disparu. L'hétérogénéité des membres du Conseil passe maintenant pour une faiblesse. De plus, on relève une différence grandissante entre l'appui accordé aux arts d'une part et aux lettres et sciences humaines d'autre part.

Le Comité croit que le rôle du Conseil des recherches médicales est trop restreint, car c'est encore le CNRC qui s'occupe de toutes les autres sciences de la vie, ce qui entraîne de vaines difficultés. Voici ce que le D^r E. W. R. Steacie disait un jour à propos de l'enseignement des sciences de la vie au Canada et de la biologie en particulier:

A mon avis, les sciences de la vie ont souffert de la domination qu'a exercée sur elles la médecine dans l'Est et l'agriculture dans l'Ouest; cette situation n'a rien d'idéal. . . . Nous pouvons nous demander si c'est l'organisation fondamentale de la biologie qui est mauvaise et, dans ce cas, si une mauvaise organisation peut être nocive. Bien que je ne sois qu'un amateur dans ce domaine, je crois que ma réponse à ces deux questions serait affirmative.²¹

Nous croyons que l'organisation fédérale actuelle du financement de la recherche libre *extra-muros* en sciences de la vie «n'a rien d'idéal» et qu'il faudrait déléguer cette responsabilité à une seule institution.

Dans cette nouvelle perspective, trois fondations seraient chargées d'encourager la recherche fondamentale en sciences de la nature, en sciences de la vie ainsi qu'en lettres et sciences humaines dans les universités et les établissements assimilés.

Tout comme la Commission Macdonald, notre Comité reconnaît qu'une telle division n'est pas complètement satisfaisante, qu'elle ne règle pas le cas

des disciplines marginales où l'appartenance de la recherche n'est pas claire: doit-elle être autonome ou pluridisciplinaire? Le Groupe Macdonald a proposé que l'on confie à un comité mixte de coordination le soin d'aplanir ces difficultés. Notre Comité croit que les trois fondations, si elles étaient réunies au sein d'une Commission canadienne de la recherche, sans cesser d'être pratiquement indépendantes, réussiraient plus facilement à résoudre ce problème. Le nouvel organisme comprendrait un président et le directeur de chacune des trois fondations. En plus d'assurer une coordination efficace, cette intégration permettrait de profiter de services communs et de réduire les frais administratifs.

Selon nous, la Commission et les fondations devraient relever du Secrétariat d'État. Dans la plupart des pays à régime unifié que notre Comité a visités, c'est le ministre de l'éducation qui assume cette responsabilité par suite des rapports directs qu'il maintient avec les universités. Au Canada, le Secrétaire d'État se charge déjà du programme commun de l'enseignement post-secondaire; l'attribution de ce nouveau rôle constitue une solution qu'on a trouvée commode en d'autres pays.

Dans le mémoire qu'il a soumis à notre Comité, le Conseil des Arts a exposé des idées assez semblables à ce sujet et il a souligné le besoin d'une plus grande intégration de l'aide fédérale dans ce domaine:

Que toute l'aide à la recherche universitaire soit ou non confiée à un seul ministre, les divers organismes de l'État qui en partagent la responsabilité devront travailler ensemble de plus en plus étroitement pour assurer la complémentarité des services et l'harmonie des programmes, et pour favoriser les initiatives interdisciplinaires. . . . Lorsque le rattrapage entrepris par le Conseil des Arts sera assez avancé, et lorsque l'écart qui sépare l'aide aux sciences naturelles de l'aide aux sciences sociales aura sensiblement diminué, on pourra revoir les diverses formes d'organisation gouvernementale en vue de mieux intégrer les politiques parallèles et de rassembler toutes les sciences sous un régime de collaboration plus étroite.²²

Nous sommes d'avis que le temps est venu d'examiner à nouveau les structures actuelles de la recherche selon les grandes lignes indiquées par le Conseil:

Le Comité recommande donc:

1. Que l'on crée une Commission canadienne de la recherche ainsi que trois fondations répondant au Secrétaire d'État et chargées surtout d'élargir les ressources et l'appui de la recherche fondamentale libre dans les universités et les établissements assimilés;

2. Que les trois fondations s'occupent des sciences de la nature, des sciences de la vie et des lettres et sciences humaines; qu'elles assument les frais directs et indirects complets des projets et des programmes qu'elles décident d'encourager dans ce domaine; et

3. Qu'on abandonne aux gouvernements provinciaux et aux universités, à l'intérieur des ententes fédérales-provinciales actuelles touchant le financement de l'éducation post-secondaire, la tâche de former les professeurs d'université et de favoriser les recherches portant sur le fonds de connaissances acquises en vue d'améliorer leur enseignement.

Il se peut que le Comité développe cette recommandation dans un prochain tome. Toutefois, il croit qu'elle représente déjà un progrès considérable par rapport aux dispositions actuelles ainsi qu'une excellente application du principe de la division des tâches.

LE BUDGET DE RECHERCHE FONDAMENTALE: OBJECTIF DE 1980

Pour avoir une idée des motifs pour lesquels les divers pays du monde doivent favoriser la recherche fondamentale et de l'importance que prendront leurs programmes, il convient d'examiner les caractéristiques et les buts de la recherche fondamentale elle-même. La somme actuelle des connaissances accumulées par les sciences pures est à la disposition de tous les pays. Pour améliorer constamment la qualité de la vie, il faut enrichir ce patrimoine: chaque nation a donc l'obligation de contribuer selon ses moyens au progrès des sciences. Mais pour tirer plein parti des ressources internationales ainsi mises gratuitement à sa disposition, chaque État doit posséder un certain potentiel de recherche autonome. De plus, il devra fournir un appui suffisant à la recherche fondamentale dirigée pour soutenir l'élan de ses propres innovations économiques et sociales.

Vu les caractéristiques et la finalité de ce genre de R-D, il incombe aux grandes nations de donner le ton par le choix même de leur apport au savoir international. A vrai dire, elles ont de telles possibilités d'action qu'elles déterminent en grande mesure l'orientation des nouvelles connaissances fondamentales. En 1967, par exemple, les États-Unis ont consacré 14.1 pour cent de leur budget national des sciences à la recherche fondamentale, et le Canada, 23.1 pour cent. Il n'en reste pas moins que les États-Unis ont consacré environ \$3.1 milliards à ces programmes, et le Canada, environ \$205 millions. Même si la proportion accordée par le Canada à la recherche fondamentale atteignait 30 pour cent, l'apport de l'Amérique du Nord

n'augmenterait que de 2 pour cent, et l'apport international, d'une fraction encore plus faible!

Si l'on s'en tient aux données purement canadiennes, quelle part le Canada devrait-il faire à la recherche fondamentale? Au sixième chapitre du premier volume, nous avons signalé que de tous les pays évolués, seul le Japon arrivait avant le Canada quant à l'importance accordée à la recherche fondamentale dans l'ensemble de la politique des sciences.²³ Le même tableau montrait que la Suisse et la Grande-Bretagne consacraient respectivement 14.5 et 11 pour cent de leur budget scientifique à la recherche fondamentale. En l'absence de statistiques officielles, le Comité a conclu à la lumière de diverses autres données que l'Allemagne de l'Ouest et la Suède réservaient à cette recherche une proportion encore plus faible de leur budget. On serait tenté d'attribuer cette disparité au fait que d'un pays à l'autre on ne distingue pas nécessairement de la même façon la «recherche fondamentale» de la «recherche appliquée». Même si l'on tient compte de ces divergences, les comparaisons entre les divers pays tiennent toujours et le tableau donne sensiblement les mêmes résultats.

On ne peut tirer qu'une seule conclusion de ces comparaisons: le Canada vient derrière la plupart des autres pays évolués quant au pourcentage du produit national brut qu'il affecte à l'ensemble de l'activité R - D, mais si l'on compare l'apport des différents pays au savoir fondamental, il se situe, relativement parlant, au-dessus de la moyenne.

Il n'en découle pas nécessairement que nous avons joué un rôle marquant dans l'avancement des sciences, au contraire. Depuis quelques décennies, nous avons sans doute établi la science pure sur des bases solides, nous sommes même parvenus au niveau international d'excellence dans certains domaines, mais dans l'ensemble, l'apport des scientifiques nés et vivant au Canada n'est guère impressionnant, à en juger par les seuls critères assez peu précis dont nous disposons:

Le nombre de Canadiens qui ont obtenu des prix ou quelque autre consécration à l'échelle internationale ne correspond pas à l'importance relative de notre effort scientifique. Le D^r Gerhard Herzberg est le premier Canadien à recevoir un prix Nobel en sciences naturelles.

Derek J. de Solla Price a établi qu'il existe généralement une étroite corrélation entre la part faite aux scientifiques d'un pays dans les revues consacrées aux disciplines fondamentales de la physique et de la chimie, et la part du produit mondial brut qui est attribuable au même pays. Les données réunies par Price montrent

que les mémoires scientifiques provenant du Canada, surtout en ce qui a trait à la chimie, ne correspondent pas à l'apport de ce pays au produit mondial brut.²⁴ Partant de ces données, J. Lukasiewicz a préparé le graphique 14, qui figure à la page suivante.

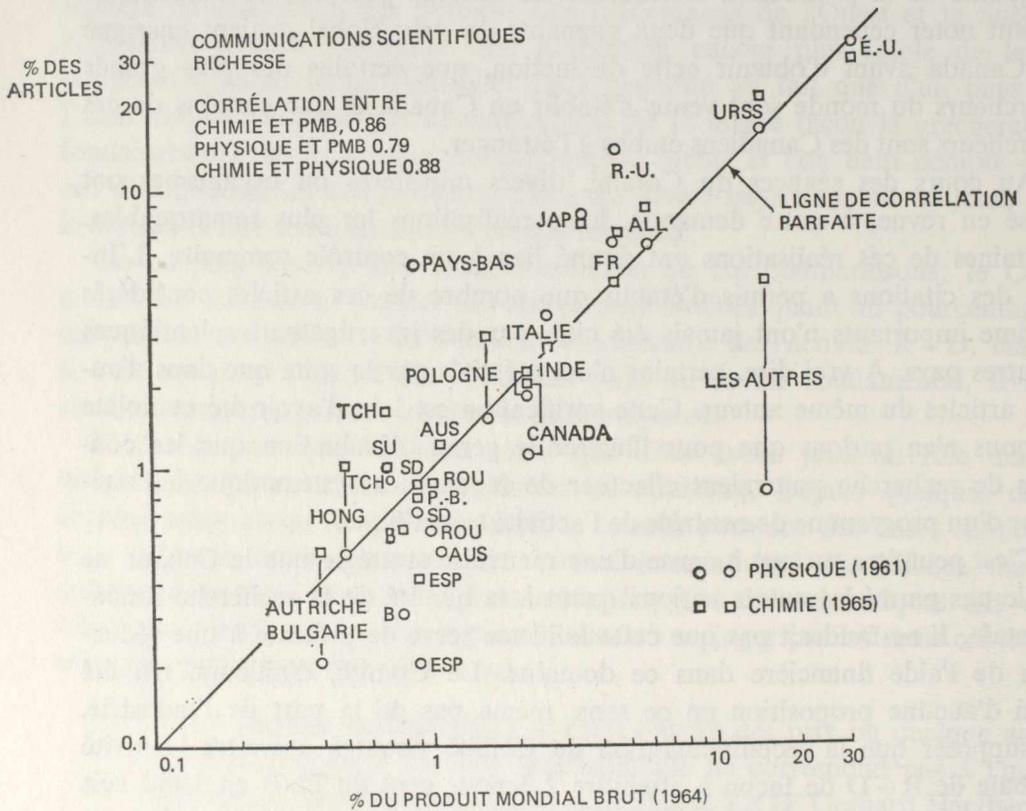
Le Canada n'est même pas mentionné dans la liste des découvertes se rattachant aux sciences sociales, compilée par Deutsch, Platt et Senghaas.²⁵

Pour autant que valent ces mesures assez grossières, elles indiquent que la qualité de la production scientifique du Canada peut encore s'améliorer. Il faut noter cependant que deux gagnants du prix Nobel avaient enseigné au Canada avant d'obtenir cette distinction, que certains des plus grands chercheurs du monde sont venus s'établir au Canada et que certains de ces chercheurs sont des Canadiens établis à l'étranger.

Au cours des séances du Comité, divers ministères ou organismes ont passé en revue, à notre demande, leurs réalisations les plus remarquables. Certaines de ces réalisations ont donné lieu à un contrôle sommaire. L'Index des citations a permis d'établir que nombre de ces articles considérés comme importants n'ont jamais été cités par des investigateurs scientifiques d'autres pays. A vrai dire, certains n'ont été cités par la suite que dans d'autres articles du même auteur. Cette vérification est loin d'avoir été complète et nous n'en parlons que pour illustrer le genre d'évaluation que les conseils de recherche pourraient effectuer de façon plus systématique à l'intérieur d'un programme de contrôle de l'activité scientifique.

C'est peut-être surtout à cause d'une mauvaise stratégie que le Canada ne brille pas parmi les autres nations quant à la qualité de la recherche fondamentale. Il ne faudrait pas que cette faiblesse serve de prétexte à une réduction de l'aide financière dans ce domaine. Le Comité, d'ailleurs, n'a été saisi d'aucune proposition en ce sens, même pas de la part de l'industrie. A supposer que la recommandation du Comité visant à accroître l'activité globale de R-D de façon à atteindre 2.5 pour cent du PNB en 1980 soit retenue, nous estimons que le Canada devrait prendre pour objectif de consacrer 0.25 pour cent du PNB à la recherche fondamentale en 1980. Ce dernier pourcentage équivaut à 10 pour cent du budget de R-D dont on propose l'adoption, soit une diminution marquée, *relativement parlant*, par rapport aux crédits actuels. Le Canada se situerait de la sorte au même niveau que les autres pays évolués pour ce qui est de l'apport à la science fondamentale, exprimé en termes relatifs. En 1980, nous devrions de la sorte consacrer \$475 millions à la recherche fondamentale.

GRAPHIQUE 14



SOURCE: LUKASIEWICZ, J., "A new role for Canada: warning post against rampant technology?" *Science Forum*, vol. 3, n° 1, février 1970, p. 3 à 8.

ALL—Allemagne de l'Ouest et de l'Est; AUS—Australie; B—Belgique; ESP—Espagne; É.-U.—États-Unis; FR—France; HONG—Hongrie; JAP—Japon; NOR—Norvège; P.-B.—Pays-Bas; ROU—Roumanie; R.-U.—Royaume-Uni; SD—Suède; SU—Suisse; TCH—Tchécoslovaquie; URSS—Union des Républiques Socialistes Soviétiques.

Le Comité recommande donc qu'environ 10 pour cent de l'activité nationale de R - D soient consacrés à la recherche fondamentale à compter de 1980 et que des dispositions soient immédiatement prises pour en arriver là.

Cette recommandation qui suppose un remaniement complet de l'activité de R - D au Canada, ne met pas obstacle au respect de nos obligations courantes sur le plan international, mais elle nous permet de réorienter nos efforts de façon à mieux tenir compte des besoins du pays et de ceux du monde en général. Les programmes déjà en voie de réalisation ne seront pas compromis. Nous pourrions même dans cette optique augmenter d'année en année le budget de recherche fondamentale, pourvu que la qualité du travail le justifie.

Il convient de signaler que la majoration proposée devra également tenir compte de l'augmentation du coût d'un programme donné de recherche. De toute façon, le Comité tient à rappeler qu'il s'agit là d'un objectif maximum, qui ne pourrait être atteint qu'avec un nombre suffisant de personnes et de projets dignes d'encouragement. La stratégie dont l'exposé va suivre est fondée sur la qualité et ne saurait réussir que si les projets de qualité sont effectivement les seuls à recevoir de l'appui.

Certains scientifiques argueront sans doute que les objectifs proposés pour 1980 sont insuffisants. Le Comité estime qu'ils correspondent à nos obligations internationales. Nombre d'activités qui nous ont été présentées comme faisant partie de la recherche fondamentale ne nous ont vraiment pas semblé appartenir à cette catégorie d'après la définition donnée précédemment. L'élimination de tels projets permettra de consacrer de bien plus forts montants aux vrais programmes de recherche fondamentale.

La recommandation du Comité s'appuie en dernier lieu sur la considération suivante: nous souhaitons mettre un frein à la tendance fort compréhensible, mais souvent répréhensible, qu'ont les organismes et les chercheurs de bifurquer vers la recherche fondamentale simplement pour le prestige ou parce qu'un organisme chargé d'une mission pratique n'a plus de travail à faire dans son domaine propre. Cette tendance a été notée par nombre de scientifiques aux États-Unis. Le D^r David D. Rutstein, directeur du service de médecine préventive à la Harvard Medical School, déclare à ce propos:

Il faut que notre programme de recherche médicale soit mieux équilibré. On parle énormément de «recherche fondamentale», mais on définit rarement ce concept. A force d'entendre préconiser cette recherche, on a l'impression d'entendre plutôt: «La recherche fondamentale, c'est la recherche que, moi, je fais!»

La réputation de la recherche clinique a injustement souffert de cet état de choses et, en conséquence, le spécialiste de la recherche clinique tend à abandonner ce domaine en faveur d'une occupation plus orthodoxe, celle d'investigateur de laboratoire.²⁶

A. M. Weinberg, directeur du Laboratoire national d'Oak Ridge, résume la question de la façon suivante :

Qu'advient-il du laboratoire lorsque l'organisme dont il relève perd de son importance? Si les autorités s'engagent à soutenir ce laboratoire à titre d'institution distincte et laissent à la Direction le soin de décider de l'utilisation des ressources internes, il est naturel que, la mission originelle s'estompant graduellement, la Direction, désireuse d'assurer la survie du laboratoire, oriente celui-ci vers la recherche fondamentale. C'est ce qui arrive à certains laboratoires de l'État dans une foule de pays.²⁷

Les laboratoires de l'État qui après avoir été conçus en vue de la solution de problèmes précis dérivent vers la recherche fondamentale n'ont que de minces chances de jouer un rôle efficace dans le domaine de l'innovation. De toute façon, le Comité estime que cette recherche fondamentale d'arrière-garde n'apporte rien de vraiment utile au développement des sciences.

LA STRATÉGIE ACTUELLE DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE LIBRE

Les renseignements recueillis lors des séances du Comité ou obtenus d'autres sources nous portent à penser que la stratégie de base adoptée par les conseils fédéraux pour venir en aide à la recherche fondamentale libre est axée sur la passivité, la quantité et la simplicité. L'objectif principal a été d'obtenir du Trésor des sommes plus élevées afin de relever le rapport «subvention/candidats». On s'est servi de ces données pour montrer que les fonds consacrés aux principales disciplines scientifiques étaient insuffisants. Cet effort en vue d'étendre constamment la portée des subventions plaît sans doute aux scientifiques, mais ne correspond pas nécessairement à l'intérêt public. Il ne favorise vraiment pas non plus les découvertes scientifiques ni l'excellence de la recherche fondamentale. Dans ce contexte quantitatif, les conseillers continuent sans doute de s'inspirer des normes de la valeur scientifique, mais le rendement qualitatif diminue à mesure que la portée du programme s'élargit.

Le Comité a deux autres observations à offrir au sujet de la stratégie actuelle.

En premier lieu, bien que les renseignements obtenus nous indiquent que l'utilisation des subventions de recherche donne lieu à un contrôle administratif attentif, il semble possible d'améliorer l'évaluation scientifique des

résultats pour tenir compte de la qualité des travaux antérieurs des chercheurs qui reviennent demander de l'aide relativement à de nouveaux projets.

En second lieu, une brève revue des activités de recherche subventionnée a montré qu'il s'agissait surtout de relevés et de travaux de recherche appliquée, du moins dans certains domaines, et que nombre d'entre eux ne se rattachaient en rien à la culture, à l'économie et à la société du Canada d'aujourd'hui. A titre d'exemple, nous publions à l'Appendice «1» du présent chapitre la liste des subventions de recherche accordées par le Conseil des Arts pour 1969-1970 dans le domaine des lettres et sciences humaines. Ce n'est pas pour critiquer le passé, mais plutôt pour faciliter l'adoption d'une politique que le Comité a voulu formuler les observations qui précèdent.

NÉCESSITÉ D'UNE STRATÉGIE AXÉE DAVANTAGE SUR LA QUALITÉ

On ne peut établir de stratégie ayant pour objet l'aide de l'État à la recherche fondamentale libre sans aborder la question fort compliquée des relations entre la société et la science. A un extrême, il y a les tenants du laissez-faire scientifique à l'intérieur de la libre entreprise, et à l'autre, les tenants de la régie d'État. Ce débat de plus en plus passionné oppose non seulement les scientifiques aux hommes politiques, mais aussi les scientifiques les uns aux autres. Nous avons déjà effleuré le problème au Chapitre 10 du premier volume et nous nous proposons de le traiter ici en détail.

Nombreux sont les scientifiques qui se considèrent isolés du monde contemporain. John Ziman, par exemple, adopte une attitude défensive très marquée lorsqu'il affirme:

... Je sens le besoin de protéger la compétence collective, le savoir spécialisé, et l'organisation sociale fragile de la communauté scientifique face aux pressions d'un public ignorant, d'une presse éhontée, des affairistes cupides et des politicailleurs opportunistes.²⁸

Plus mesuré, mais orienté dans la même direction, le D^r Jacob Bronowski, directeur du «Council for Biology in Human Affairs» de l'Institut Salk, soutient à son tour:

... Aucune science n'est à l'abri de la contagion de la politique et de la corruption du pouvoir. ...

Il faut trouver la façon de dissocier le plus nettement possible la science et l'État dans tous les pays. Tout comme les Églises ont été dissociées de l'État et mènent aujourd'hui une existence distincte, il faudrait en venir à ce que j'appelle la séparation de la Science et de l'État.²⁹

Des arguments aussi peu nuancés en faveur du laissez-faire n'ont pas été formulées sans qu'on y réplique. C'est ainsi que Anthony Wedgwood Benn, ancien ministre de la Technologie au Royaume-Uni, a vivement réagi aux observations de Bronowski:

Ce raisonnement est ahurissant par son arrogance même! Il est primitif, naïf et anti-scientifique. . . . Il ne tient aucunement compte du désir et du droit des utilisateurs de la science de choisir eux-mêmes les objectifs de façon que leurs problèmes les plus aigus aient la priorité et qu'on mobilise les ressources nécessaires. On prend un principe dont la validité est depuis longtemps reconnue, celui de la liberté du milieu universitaire, qui donne aux intellectuels le droit de rechercher la vérité, et on lui fait dire que les intellectuels du monde scientifique ont le pouvoir de prendre les décisions fondamentales qui transformeront la société!⁸⁰

Dans bien des pays, un certain nombre de scientifiques—d'ordinaire les plus jeunes—sont eux-mêmes en désaccord avec l'orientation donnée aux subventions de l'État et à la science elle-même. Le passage suivant, tiré de l'épilogue d'une collection d'articles écrits par des scientifiques sous le titre *The Social Responsibility of the Scientist*, donne une idée de leur attitude:

. . . Spécialisée à l'excès, la science divise trop souvent les problèmes à l'infini au lieu de les relier les uns aux autres. Les scientifiques tendent trop souvent à ne s'attaquer qu'aux projets prestigieux et à négliger les véritables problèmes de la société. Les associations scientifiques dissimulent souvent derrière leur décorum traditionnel le monopole qu'elles exercent sur le savoir et elles cachent au public des faits importants. . . . Parce qu'elle était encore tout récemment d'orientation mécaniste, anti-humaine, la science est aujourd'hui en grande partie incapable de régler une proportion importante des graves difficultés techniques de l'heure.⁸¹

Voici comment de jeunes scientifiques du Royaume-Uni expriment leur mécontentement:

. . . Dans ce domaine [les sciences fondamentales], il faut refuser d'accorder pleine liberté d'action aux groupements professionnels, même dans le cadre du syndicalisme le plus mitigé, car on pourrait ainsi favoriser le maintien en place d'une élite scientifique: comme l'a déjà dit Lancelot Hogben: «Aucune société n'est en sécurité aux mains d'un si petit groupe d'êtres brillants!» Voilà pourquoi il faut insister sur des structures politiques, non seulement pour l'allocation générale des ressources budgétaires, mais aussi pour le choix des objectifs.⁸²

Si le débat ne faisait intervenir que les scientifiques tenants du libéralisme scientifique et les hommes politiques préoccupés des besoins sociaux, les

premiers pourraient soutenir que les seconds, ne connaissant rien de la science et de ses exigences, n'ont pas compétence en la matière. Cet argument ne vaut certainement pas lorsque les craintes des hommes politiques trouvent leur écho au sein de la communauté scientifique elle-même! Nous pourrions citer ici bon nombre de scientifiques fort réputés, notamment René Dubos et Peter Kapitza, qui partagent les mêmes inquiétudes.

Les deux thèses extrêmes qui s'affrontent ici nous semblent inacceptables. Si les hommes politiques parvenaient à imposer leur autorité sur la recherche fondamentale libre et à en orienter l'activité, ce serait pour affaiblir dangereusement le monde scientifique. Les scientifiques du genre du D^r Bronowski, qui veulent que la science «soit indépendante de l'État», mais qui demandent en même temps la création «d'un budget global de recherche, que tous les scientifiques du pays se partageraient»,³³ manquent pour le moins de logique. La société ne peut accepter ce concept purement quantitatif.

Revenons à Alvin Weinberg:

La société, en accordant son appui à la science, s'attend à ce qu'elle soit une institution compétente et consciente de ses responsabilités. La société a le droit d'exiger encore plus de la science globale. Même si ce désir manque parfois de précision, la société s'attend à ce que la science, de quelque façon, satisfasse divers besoins sociaux qui se situent hors de la science même. La société a recours à des critères extérieurs à la science—il s'agit surtout de valeurs humaines—pour étudier le rôle que doit jouer la science globale relativement à d'autres activités. . . .

Le monde scientifique adopte, de l'intérieur, des critères qui permettent de répondre à la question: «L'activité scientifique est-elle bien menée?» Les critères externes conçus hors du monde scientifique permettent de répondre à la question: «Pourquoi pousser les travaux dans tel domaine scientifique?»³⁴

Voilà probablement la seule façon de concilier les exigences de la société et de la science en ce qui touche la recherche libre. Ce concept combine deux critères: celui de l'excellence intrinsèque et celui des valeurs sociales. Il favorise le recours à une stratégie qualitative plutôt que quantitative pour la formulation de la politique scientifique. Le critère d'excellence permettrait de choisir les milieux de recherche, les chercheurs, et le mode d'action de l'État. Le critère des valeurs sociales servirait non seulement à répartir les ressources financières entre les disciplines scientifiques—déjà nombreuses, elles se multiplient sans cesse—mais aussi à déterminer les programmes d'activité eux-mêmes. A la lumière de ces deux critères, nous allons maintenant proposer une ébauche de stratégie englobant les éléments dont il vient d'être question.

1. *Milieux de recherche*

Le développement de la science fondamentale et le développement des techniques constituent deux mondes distincts, qui ne font pas appel aux mêmes spécialistes, ne présentent pas les mêmes conditions de travail, et utilisent des critères différents d'évaluation du rendement. Parce qu'il assure une certaine liberté d'action, le milieu universitaire est celui qui convient le mieux à la recherche fondamentale. Il présente l'avantage supplémentaire d'être chargé de former les scientifiques et les ingénieurs qui travailleront à l'avancement de la technologie.

Il convient toutefois de formuler quelques observations sur cette mission particulière des universités. En premier lieu, les universités doivent faire en sorte que leurs travaux de recherche fondamentale ne viennent pas en conflit avec leur mission primordiale, l'enseignement, et ne les empêchent pas d'entreprendre d'autres activités de R - D plus directement reliées à l'innovation économique et sociale. Pour surmonter cette difficulté, le Comité a déjà proposé que les scientifiques attachés aux universités et engagés dans la recherche fondamentale aient moins de cours à donner. Il faudrait pour cela que les autorités universitaires entrent en jeu au moment de l'attribution des subventions et que les conseils de recherche les consultent avant d'accorder des subventions aux divers professeurs.

En second lieu, le Comité estime que les universités devraient s'intéresser surtout aux activités de moins grande envergure matérielle qui ne font intervenir qu'un ou deux scientifiques de marque et quelques assistants, car de la sorte, on se tient généralement à l'intérieur d'une seule discipline au lieu d'en chevaucher plusieurs. C'est là le genre de recherche fondamentale que les universités sont le mieux en mesure de faire, du moins avec leur mode d'organisation interne actuel, fondé sur la spécialisation des facultés et des départements. (Bien entendu, il est à souhaiter qu'elles réussissent à décompartmenter les facultés et à mettre sur pied des programmes d'action pluridisciplinaire.)

En troisième lieu, le Comité estime qu'il n'est pas nécessaire que toutes les universités fassent de la recherche libre. Ce n'est pas là leur fonction première et d'autres activités de R - D sont à leur portée. L'aide de l'État en ce qui touche la recherche libre doit avoir l'excellence pour objectif: c'est la seule façon de faire progresser les connaissances et en même temps de former des scientifiques de haut calibre. L'excellence, surtout dans ce domaine, existe chez les individus avant de se développer dans les institutions. A cet égard, le Comité met sérieusement en doute la possibilité d'éliminer les disparités régionales et de relever les normes de la recherche fondamen-

tale dans telle ou telle institution au moyen de subventions spéciales de développement, sauf si elles ont surtout pour but de permettre à une telle institution, premièrement de recruter des scientifiques de haut calibre capables de communiquer leur enthousiasme à leurs élèves et, deuxièmement, de mettre à leur disposition les installations nécessaires. C'est ce que Rutherford a accompli en formant quatorze scientifiques qui, comme lui, ont obtenu le prix Nobel; c'est ce que le nouveau prix Nobel du Canada, Herzberg, fait présentement dans son laboratoire.³⁵ Compte tenu des caractéristiques et des buts de la recherche fondamentale libre, il ne faudrait pas inclure cette activité dans le cadre des programmes d'élimination des disparités régionales, car le risque de gaspillage serait trop grand. Les montants destinés aux régions éloignées ou en difficulté devraient être affectés à d'autres genres d'activités de R - D. Il ne faut jamais oublier que l'objectif principal de la recherche fondamentale est d'enrichir la somme mondiale de connaissances et de donner aux jeunes scientifiques une formation très poussée de chercheurs.

Nous ne voulons pas donner à entendre qu'il est interdit aux universités de participer au développement régional grâce à la recherche fondamentale. Elles pourraient fort bien créer des équipes de R - D pour former des chercheurs dans les régions qui posent certains problèmes particuliers. On s'inspirerait de l'expérience des universités du centre des États-Unis auxquelles on a concédé des terres et qui ont recruté des spécialistes de haut calibre en recherche fondamentale pour qu'ils s'attaquent aux problèmes de la production agricole. Il en a été de même dans certaines universités des provinces des Prairies au Canada.

2. Choix des candidats et modalité d'aide de l'État

L'État peut offrir aux scientifiques trois sortes principales d'aide financière: des bourses pour la formation des futurs chercheurs, des bourses d'attaché de recherche pour permettre aux jeunes diplômés de se perfectionner et de faire leur preuve en recherche fondamentale, et des subventions aux chercheurs chevronnés dans les universités et les autres établissements assimilés.

La seule stratégie valable nous semble être d'en venir à une répartition pyramidale des chercheurs bénéficiant d'une aide financière.

L'attribution des bourses doit être suffisamment généreuse à la base pour permettre de trouver les sujets qui ont du talent. Même alors, les fondations proposées ne devraient offrir de bourses prédoctorales qu'aux candidats qui s'engagent fermement à poursuivre une carrière en recherche fondamentale.

Les bourses d'attaché de recherche devraient être accordées en nombre moins considérable, la période d'aide à ce niveau ne dépassant pas cinq ans. Les boursiers seraient attachés à une université ou à un organisme de recherche fondamentale orientée relevant de l'État ou de l'entreprise privée. Cette période permettrait au jeune scientifique et à ses pairs de voir s'il a la compétence voulue pour faire de la recherche fondamentale et s'il est vraiment intéressé.

Les boursiers stagiaires pourraient étudier dans n'importe quelle université au monde, mais ceux du second cycle devraient s'inscrire au Canada, où tout en ayant le choix de l'institution, ils chercheraient à se placer dans le contexte le plus favorable à la recherche.

Le Conseil des recherches médicales a mis sur pied un tel programme de bourses d'attachés de recherche il y a cinq ans et semble avoir obtenu d'excellents résultats. Les fondations proposées devraient en faire autant, car ce genre de bourses peut fort bien constituer la meilleure façon de donner à la recherche fondamentale une qualité exceptionnelle.

Finalement, au sommet de la pyramide, on devrait retrouver un petit nombre de scientifiques extrêmement compétents bénéficiant de subventions de recherche.

La poursuite de l'excellence doit tenir compte de la courbe d'activité des scientifiques eux-mêmes durant leur carrière: années de formation, accession au sommet, période de déclin. John Ziman décrit ainsi le premier stade:

Non seulement le diplômé apprend les techniques avancées de sa spécialité et commence à fournir un apport limité, mais il se familiarise avec les règles de la communication et de la controverse scientifiques, et il élabore ses propres normes de discussion et de démonstration à l'intérieur de celles qu'impose le milieu de la science.³⁶

Vient ensuite le second stade. On a remarqué que «pour la plupart des chercheurs . . . la puissance créatrice atteint son sommet au moment où ils sont relativement jeunes, et décline ensuite. Dans les sciences physiques, par exemple, on estime que ce sommet est atteint normalement entre 30 et 35 ans,» de sorte qu'il ne faudrait pas envisager «une carrière de chercheur embrassant une vie entière, exception faite bien entendu des scientifiques qui conservent leur puissance d'invention et demeurent des chefs de file de la recherche. Règle générale, il faudrait prévoir la mutation des chercheurs moins jeunes dans de nouveaux domaines d'activité . . . de façon à assurer l'arrivée continuelle de jeunes chercheurs.»³⁷

Certains grands savants gardent leur pleine vitalité intellectuelle bien après 40 ans, mais les spécialistes s'accordent de plus en plus pour affirmer

que la recherche fondamentale appartient aux jeunes. Il est intéressant de noter que la moyenne d'âge des scientifiques attachés à la section sibérienne de l'Académie des sciences de l'URSS—le plus important organisme scientifique de Russie—est de seulement 33 ans, selon les renseignements fournis par G. M. Dobrov, spécialiste des politiques scientifiques de la Russie.³⁸ Il estime qu'une répartition optimum des groupes dans un laboratoire exige que l'âge moyen ne dépasse pas 35 ou 40 ans. Divers observateurs croient que pour assurer la vitalité de la recherche, il faut favoriser la mobilité des chercheurs à l'intérieur du monde scientifique. Dobrov affirme que «le rajeunissement du personnel scientifique constitue un objectif important de notre politique nationale de la science» et il ajoute:

Pour créer des communautés de scientifiques qui soient stables, mais aussi auto-régulatrices du point de vue «âge», il faut non seulement assurer la relève, mais aussi établir un échange de personnel entre ces communautés et d'autres sphères d'activité importantes (enseignement, production, information, etc.). . . . Les rapports étroits qui se sont établis sur le plan pratique, ces dernières années, entre les centres scientifiques, les universités et l'industrie facilitent cette évolution.³⁹

Le rapport de l'OCDE sur la politique scientifique du Canada déclare ce qui suit:

Sans doute importe-t-il d'accroître la mobilité du personnel scientifique entre les différents types d'institutions dans le contexte canadien, où les contraintes sont beaucoup plus nombreuses qu'aux États-Unis.⁴⁰

(L'OCDE traite ici de la mobilité entre les différents milieux de recherche, mais à notre avis il n'y a pas assez de mobilité entre les milieux de la recherche fondamentale, les autres centres d'activité de R-D, et les milieux voisins—gestion, enseignement, information, consultation scientifique, etc.)

Toute stratégie visant à créer et entretenir l'excellence de la recherche fondamentale doit tenir compte de ces considérations importantes. Certaines observations que le D^r Hans Selye, Directeur de l'Institut de médecine et de chirurgie expérimentale de l'Université de Montréal, a présentées au Comité méritent un sérieux examen, surtout dans l'optique de l'attribution de l'aide financière dans le domaine de la recherche fondamentale libre:

Une question qui me semble pertinente, et que l'on pose d'ailleurs souvent, est la suivante: «Que peut-on vraiment faire pour répartir équitablement l'aide financière entre les scientifiques?» La façon dont la demande d'aide est rédigée ne constitue pas un très bon critère. A l'heure actuelle, comme je l'ai indiqué dans mon livre, l'usage veut qu'au Canada, aux États-Unis et dans la plupart

des autres pays (la France pour n'en nommer qu'un) le candidat rédige d'abord une demande dans laquelle il décrit avec précision les travaux à effectuer, les découvertes à faire, les méthodes à utiliser, et les dépenses à prévoir. La demande est examinée et une décision est prise. Cette façon de procéder donne lieu à une foule d'échappatoires et d'erreurs qu'il convient de signaler. En premier lieu, il n'y a pas la moindre corrélation entre l'art d'obtenir une subvention et le talent qu'il faut avoir pour résoudre les problèmes scientifiques. Les talents qu'il faut exercer pour convaincre un organisme dispensateur de subventions sont entièrement différents de ceux qui permettent de trouver la solution d'un problème au laboratoire. Certaines personnes sont «spécialistes en subventions». C'est pour elles un art qu'elles pratiquent sans cesse, ce qui les empêche de faire de la recherche, mais elles savent parfaitement de la sorte ce que chaque comité d'attribution aime se faire dire. Voilà pour le premier point.

En second lieu, on affirme volontiers qu'il serait très difficile de recourir à d'autres méthodes de distribution des fonds. Les organismes chargés de cette mission déclarent: «Comment pourrions-nous accorder une aide financière à une personne qui ne saurait nous dire ce qu'elle entend faire des montants mis à sa disposition?» Ce raisonnement est erroné, car c'est en fonction des réalisations antérieures qu'il faut porter un jugement. . . .

L'étudiant qui s'engage dans la recherche médicale au sortir de la faculté de médecine ne peut être jugé en fonction de ses réalisations passées puisqu'il n'a pas encore fait de recherche. Il faut qu'il commence quelque part. Il peut toutefois obtenir le témoignage de ses anciens professeurs et de la sorte bénéficié peut-être d'une petite subvention qui lui permette de faire ses preuves. L'année suivante, on peut le juger sur ce qu'il a réalisé. Avec le temps, il fait publier quelques articles ou mémoires et on peut s'en inspirer pour le juger sur le plan scientifique. Il devrait y avoir un organisme spécialement chargé de suivre les progrès de ces jeunes chercheurs. Il y a donc moyen d'assurer des ressources à un scientifique d'une année à l'autre, non pas en fonction de ce qu'il a promis de faire, mais en fonction de ce qu'il a vraiment accompli.

Il semble hautement improbable que la méthode actuelle mène à des idées vraiment nouvelles. Elle se fonde sur un raisonnement faux: quand on est capable de décrire d'avance les étapes que l'on va franchir et d'indiquer exactement ce qu'on veut découvrir, il ne peut s'agir d'un travail vraiment nouveau. Si l'on peut d'avance ordonner le déroulement d'un travail, c'est qu'on dispose déjà d'une foule de modèles, c'est qu'on connaît la marche logique: par définition, il ne s'agit plus là d'une découverte véritable. Les vraies découvertes ne se font pas de cette façon-là.

Dans le cadre actuel, Fleming n'aurait probablement pas pu obtenir une subvention en vue de la découverte de la pénicilline, parce qu'il n'aurait pas pu déclarer: «Je me propose de laisser commettre une erreur de manipulation, de façon qu'une culture bactérienne soit contaminée par la chute d'une moisissure; je me propose de reconnaître la possibilité d'extraire un antibiotique de cette moisissure.»

A mon avis, on ne peut vraiment juger de la valeur d'un homme qu'en tenant compte de tout son passé et plus particulièrement de son passé récent, car cet homme peut avoir souffert de deux genres de détérioration: il peut être devenu bureaucrate et il peut être devenu trop vieux. Pourvu qu'on tienne compte des deux ou trois dernières années, le système que je propose serait relativement équitable.⁴¹

Il faut mentionner deux autres éléments d'ordre stratégique. Le Comité a déjà proposé que le nombre de scientifiques bénéficiant de l'aide de l'État constitue pour ainsi dire une pyramide, dont la base passablement large correspondrait aux années de formation des chercheurs. Les services de contrôle devraient avoir la même configuration, mais les montants accordés constitueraient une pyramide inversée. Autrement dit, à mesure qu'un scientifique acquiert de la compétence et atteint à l'excellence, il reçoit un appui de plus en plus généreux et est assujéti à de moins en moins de contraintes administratives. En insistant sur la qualité plutôt que sur la quantité, on modifierait profondément le climat général dans lequel la recherche fondamentale baigne au Canada. Moins de scientifiques bénéficieraient de subventions de recherche, mais la haute compétence serait mieux récompensée.

Bien entendu, il faut chercher à améliorer le jugement des candidats par leurs pairs, l'évaluation des subventions à accorder et le contrôle de la qualité de la recherche. Le système actuel suscite bien des critiques. Hilary et Steven Rose prétendent que ce sont des groupes de collègues qui devraient s'occuper de la recherche fondamentale «de peur que l'échelon décisionnel ne s'affaisse entre les mains de représentants vieillissants de disciplines évanescences.»⁴²

Sir Peter Medawar affirme:

D'après ce que j'en sais, [les comités de scientifiques] obéissent aussi facilement que les comités de profanes aux considérations de la mode et au désir d'éviter des erreurs en ne misant que sur les candidats qui ont des chances de percer. . . . Les comités de profanes ont au moins cet avantage d'avoir une saine et profonde humilité issue d'une conscience très nette de leur propre faillibilité, vertu qui manque trop souvent aux comités de scientifiques.⁴³

Alain Weinberg lui-même s'en est pris au système de comités de sélection qui permet d'ordinaire au même groupe de personnes «d'être à la fois juges, jurés, demandeurs et défenseurs.»⁴⁴ Le danger qu'il signale est encore plus grand au Canada, à cause du petit nombre de scientifiques. Certains scientifiques, dont Hilary et Steven Rose, ont proposé que les membres de ces comités d'attribution soient élus par la communauté scientifique. Abstraction faite des résultats qu'on obtiendrait en Grande-Bretagne, la proposition semble peu pratique pour le Canada.

Nous estimons cependant que le choix des membres de ces comités ne saurait se faire avec trop de soin. Pour en élargir la base, il faudrait inclure des scientifiques étrangers ou appartenant à des disciplines connexes. Les comités doivent bien connaître non seulement les possibilités des candidats et leurs réalisations passées, mais aussi la nature et la qualité des travaux qui se font ailleurs au Canada et dans le reste du monde. Pour assurer l'impartialité, on devrait toujours recourir au scrutin secret. On devrait rémunérer les membres de ces comités pour leur travail et les remplacer au terme d'un mandat précis. Les fondations devraient examiner leurs politiques à la lumière des suggestions du Comité. Il est évident qu'on ne peut confier à des profanes le choix des scientifiques qui bénéficieront d'une aide financière: cette fonction aussi délicate que complexe revient certainement à des spécialistes compétents dont on publiera les noms afin que la communauté scientifique puisse au besoin critiquer les nominations faites à mauvais escient.

Le Comité recommande donc:

- 1. Que les fondations proposées, dans les efforts qu'elles font pour susciter et maintenir l'excellence de la recherche fondamentale libre, adoptent une stratégie axée sur la qualité plutôt que sur la quantité;**
- 2. Qu'elles conservent ou établissent des régimes de bourses post-doctorales, d'une durée maximum de cinq ans;**
- 3. Qu'elles n'accordent de subventions de recherche qu'aux candidats dont les réalisations passées répondent aux normes qualitatives internationales, mais que l'excellence donne lieu à une rémunération plus généreuse et à un contrôle administratif moins serré; et**
- 4. Qu'elles améliorent au besoin leur système d'attribution par les pairs, en vue d'assurer le maximum de compétence et d'impartialité.**

3. Priorités

Nous avons recommandé que les candidats à l'aide de l'État en matière de recherche fondamentale soient choisis en fonction de leur excellence, mais il ne faut pas en déduire qu'il faille approuver n'importe quel sujet d'étude, dans n'importe quel contexte, sans tenir compte de la situation internationale et des besoins particuliers du Canada. Au contraire, il est presque aussi important d'établir des priorités pour ramener l'équilibre entre les principales catégories de recherche fondamentale. C'est alors qu'intervient le critère des valeurs sociales.

Le trop grand nombre de docteurs ès sciences au Canada crée un déséquilibre. Le rapport de l'OCDE sur la politique scientifique du Canada déclare à ce sujet:

Si l'on tient compte du nombre d'étudiants en doctorat d'origine étrangère—qui paraît considérable—ainsi que des informations partielles recueillies auprès de diverses universités, il semble... que l'offre de personnel hautement qualifié soit excessive par rapport à la demande au Canada. On pourrait en conclure que, au cours de ces dernières années, l'expansion des universités canadiennes s'est faite notamment en recrutant des étudiants étrangers déjà diplômés et en alimentant le marché américain en main-d'œuvre scientifique.⁴⁵

Une étude publiée récemment par le Conseil des sciences du Canada et ayant pour titre *Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada*⁴⁶, confirme l'existence d'un excédent croissant de docteurs en sciences physiques et en ingénierie. Depuis nombre d'années, selon cette enquête, le nombre de docteurs ès sciences sortant des universités canadiennes a augmenté annuellement d'environ 23 pour cent, c'est-à-dire qu'il a doublé en trois ans et demi. De 1968 à 1970, les universités canadiennes ont accordé environ 2,000 doctorats en sciences et en ingénierie. Un relevé fait en 1970 par le Conseil des sciences auprès de 60 entreprises (y compris les 30 entreprises les plus actives dans le domaine de la recherche—on y trouve 75 pour cent de tous les docteurs ès sciences de l'industrie) a montré qu'au cours de la même période l'augmentation nette de l'embauche de docteurs a été de 40 au lieu de 210 comme on le prévoyait en 1968. D'après cette étude, les facultés des sciences et d'ingénierie des universités canadiennes, dès 1972, produiront annuellement 1,850 docteurs ès sciences. Pourtant les postes disponibles vont diminuant dans l'industrie; les universités et les services publics n'en requièrent qu'un nombre bien modeste.

Dans ce contexte déprimant, on relève certains détails discordants. Les chefs de l'industrie affirment qu'il leur faut importer une partie considérable du personnel de recherche industrielle. Il y a quelque chose qui ne va pas: des programmes fédéraux d'assistance facilitent la formation de scientifiques qui partent pour l'étranger, et en même temps l'industrie canadienne doit importer des ingénieurs et autres spécialistes en sciences appliquées! Bien plus, alors qu'un nombre anormalement élevé de boursiers en sciences physiques viennent bénéficier de l'aide financière offerte par le Canada, une forte proportion de jeunes Canadiens se spécialisant en sciences sociales consacrent leurs bourses à des études à l'étranger. Notons de plus que le Conseil des Arts n'offre pas de bourses post-doctorales dans le domaine des lettres et sciences humaines. C'est là une faiblesse réelle de son programme de culture de l'excellence.

Le Comité estime que l'ensemble de ces mesures résulte en un sérieux gaspillage de fonds publics. Nous nous étonnons de ce qu'on n'ait pas perçu plus tôt cette situation et nous constatons avec inquiétude que les données relatives à ce grave problème d'effectifs sont encore fort insuffisantes. Pourtant, dans la préface de l'étude du Conseil des sciences, le directeur général du Conseil, le D^r P. D. McTaggart-Cowan, ne déclare-t-il pas :

Plus important encore, les renseignements dont on aurait besoin pour parler en connaissance de cause manquent souvent. Ces lacunes nuisent gravement à la pleine compréhension de la situation d'abord au niveau du personnel hautement spécialisé et des solutions les plus satisfaisantes, puis à l'échelle du Canada, pour situer correctement ce problème précis à l'intérieur du plan d'ensemble de la main-d'œuvre.⁴⁷

Le Comité recommande que le ministre d'État à la Science et à la Technologie prenne l'initiative d'une réévaluation approfondie de tous les régimes de bourses relevant du gouvernement canadien, à la lumière de la situation actuelle de l'embauche du personnel scientifique et technologique, compte tenu des besoins estimatifs des années 1970, à la suite de la réorientation de la politique nationale de R-D. Cette étude devrait se faire avec l'étroite collaboration des fondations proposées et du ministère de la Main-d'œuvre et de l'Immigration.

Le critère de l'utilité des projets nous inspire trois règles relativement au soutien des programmes et des activités de recherche fondamentale.

Premièrement, vu que la connaissance scientifique est accessible à tous sur le plan international, un pays irait à l'encontre des buts mêmes de la recherche fondamentale en se contentant de refaire, en moins bien, ce qui se fait ailleurs. On a affirmé et répété lors de nos séances qu'aucun scientifique digne de ce nom ne voudrait délibérément et sans motif valable reprendre le travail déjà accompli par des collègues. Nous acceptons le bien-fondé de ces affirmations et nous reconnaissons qu'un certain chevauchement est parfois utile. Les fondations devraient toutefois s'assurer qu'elles n'accordent pas leur aide à des recherches qui, par inadvertance, font double emploi.

En second lieu, le Canada ne devrait pas prendre l'initiative de programmes de recherche fondamentale d'une envergure trop étendue, qui accaparaient une portion trop importante de nos ressources de R-D. On soutient parfois que le Canada ne réussira pas à retenir à son service des scientifiques prestigieux s'ils n'ont pas la possibilité de s'attaquer aux défis de la science d'avant-garde. C'est peut-être le cas, mais il se peut également que les grandes entreprises scientifiques en question deviennent encore plus enrichissantes lorsqu'elles font appel à la collaboration internationale. Le Comité

estime que la possibilité d'entreprendre avec d'autres pays des activités scientifiques d'envergure n'a pas été suffisamment étudiée. Il devrait être plus facile d'établir une collaboration sur le plan international relativement à la recherche fondamentale libre qu'à l'égard de n'importe quelle autre activité de R - D. Nombre de pays, voire parmi les plus puissants, font face aux mêmes restrictions que le Canada. Nous pensons donc que nous devrions nous intéresser aux autres pays non seulement pour l'échange de données mais aussi pour la mise en marche de grands programmes scientifiques mixtes.

Troisièmement, il faudrait de façon générale que l'aide de l'État à la recherche fondamentale porte sur des domaines dans lesquels des travaux de recherche appliquée et de développement s'effectuent au Canada. L'adoption d'une priorité d'ordre national découle simplement de l'application intelligente du principe de la répartition des tâches à l'échelle internationale, et ne va pas à l'encontre de l'obligation que nous avons d'enrichir la réserve internationale de connaissances. Le champ de la science est si vaste qu'il est raisonnable de préférer des sujets qui se rattachent à la situation canadienne à d'autres qui ne donneront lieu à aucune application au Canada quand les résultats de la recherche fondamentale seront connus.

Le Comité recommande donc que les fondations proposées, en appliquant le critère des valeurs sociales, rejettent les programmes de recherche qui répètent inutilement des travaux exécutés ailleurs au Canada ou à l'étranger, et qu'elles ne soutiennent que ceux qui se rattachent à la situation canadienne. Nous recommandons de plus que les fondations rejettent les programmes scientifiques de grande envergure qui ne seraient soutenus que par le Canada.

Le critère des valeurs sociales devrait servir également à la répartition des fonds entre les principales disciplines scientifiques, plus précisément les sciences de la nature, les sciences de la vie, les lettres et sciences humaines. A l'heure actuelle, la recherche fondamentale libre au niveau des sciences de la nature reçoit la part du lion; les sciences de la vie, y compris la médecine, viennent en deuxième lieu; les lettres et sciences humaines sont tout au bas de l'échelle. Il en est ainsi, non seulement au Canada, mais partout dans le monde.

Diverses raisons expliquent un tel état de choses. Lorsque les gouvernements ont commencé à soutenir la recherche fondamentale, les sciences physiques étaient beaucoup plus avancées que les autres et se prêtaient beaucoup mieux à l'utilisation du critère de l'excellence. De plus, à l'origine, les

politiques scientifiques nationales avaient une portée avant tout militaire et économique et l'on s'attendait à ce que les sciences de la nature jouent un rôle de premier plan dans la réalisation des objectifs. D'autre part, les priorités du passé avaient tendance à se renforcer du fait que, pour établir leurs budgets, les pays occidentaux procédaient d'ordinaire par un simple relèvement des budgets existants.

La plupart de ces motifs ont perdu de leur importance. Les progrès énormes des sciences physiques pendant les dernières décennies semblent avoir épuisé, temporairement du moins, les possibilités de découvertes dans certaines disciplines. D'autre part, les sciences de la santé et de la vie, par exemple la biologie moléculaire, viennent de progresser suffisamment pour que de nouveaux paradigmes, de nouvelles frontières offrent des champs d'action nouveaux à la science «ordinaire»: ces disciplines entreront peut-être dans leur «âge d'or» d'ici à 15 ans. Il y aura donc eu là un renversement complet de la situation.

Il est parfaitement vrai que les lettres et sciences humaines ne peuvent s'appuyer sur une méthodologie aussi rigoureuse que celle des sciences de la nature ni pousser aussi loin leurs généralisations à la suite de l'observation des phénomènes. Jamais cependant ces nouvelles disciplines n'ont été pourvues de moyens aussi puissants pour ouvrir la voie à de grandes découvertes au niveau de la recherche fondamentale. Il est beaucoup plus facile d'obtenir les données nécessaires et de les interpréter à l'aide d'instruments mathématiques. L'informatique, l'échantillonnage, l'analyse des méthodes, la dynamique des systèmes, techniques pour la plupart mises au point par les ingénieurs, constituent de nouveaux instruments fort prometteurs.

Plus nous pénétrons dans la deuxième génération de la politique scientifique, celle qui a pour objectif d'améliorer la «qualité» de la vie, l'apport des sciences de la vie comme des lettres et sciences humaines deviendra de plus en plus important. Il semble aussi que les données produites par la recherche fondamentale donnent lieu à des applications et à des innovations beaucoup plus rapides dans ces domaines que dans celui des sciences de la nature. C'est ainsi que l'étude faite par Deutsch, Platt et Senghaas indique que les découvertes scientifiques effectuées dans le domaine des sciences sociales mènent à des innovations au bout de 10 ou 15 ans, soit la moitié du temps dont on a besoin, semble-t-il, dans le cas des sciences physiques.⁴⁸ S'il en est ainsi, une aide plus considérable en leur faveur nous apporterait peut-être un très haut rendement sur le plan social.

Au lieu d'établir les budgets en majorant d'année en année chacun des postes existants, on a aujourd'hui tendance à faire une distribution globale des dépenses de l'État. Dans le domaine de la politique scientifique, il nous

faut de toute urgence des stratégies plus rationnelles et un système de priorités plus cohérent. Sans une meilleure répartition des dépenses de R – D, il sera peut-être impossible d'apporter certaines améliorations indispensables à la qualité de la vie.

Tout considéré, rien ne semble plus justifier la préférence traditionnellement accordée aux sciences de la nature. Le D^r G. Malcom Brown, président du Conseil des recherches médicales, nous a signalé que les États-Unis accordent en tout à ces recherches «de cinq à sept fois plus d'aide financière, par tête» que le Canada.⁴⁹ Le Comité estime que la disproportion est excessive. Il semble aussi qu'en plus de fournir une aide plus grande, il faudra faire une nouvelle répartition des montants accordés à ce chapitre. Nous remarquons, par exemple, que le CNRC a créé en 1969 un comité d'attribution des subventions dans le domaine de la psychologie. La psychiatrie, d'autre part, relève du comité de la recherche clinique. Vu la fréquence croissante des maladies mentales, nous estimons qu'il faut accorder une plus grande attention à la psychiatrie.

Dans le domaine des sciences sociales, surtout en économie, une part importante de l'aide de l'État vient des ministères et des commissions royales d'enquête, sous forme de contrats de consultation et d'études. Cette aide s'est révélée plus intéressante financièrement que les subventions offertes par le Conseil des Arts; la plupart du temps, tout comme les subventions du Conseil, elle avait trait à la recherche appliquée et au développement, de sorte que la recherche fondamentale libre en sciences sociales a été gravement négligée. Pourtant, c'est dans ce secteur des sciences humaines, y compris la philosophie, que les besoins sont les plus urgents.

Nous avons rapidement examiné à la fin du Chapitre 11 les problèmes économiques, sociaux et culturels qui se posent avec une acuité grandissante dans les pays industriels. A vrai dire, même ceux qui ont accédé à la richesse font face au problème de la stabilité économique. Ils doivent apprendre à améliorer la qualité de la vie et peut-être même à supprimer toute croissance matérielle afin de ne pas détruire de façon permanente l'équilibre entre l'homme et la nature. Ces pays, le nôtre compris, auront à affronter des exigences sans précédent au moment même où la révolution technologique permanente (dont l'élan est entretenu par les programmes de R – D des divers pays) va accélérer de façon extraordinaire le rythme des transformations, où l'homme va modifier radicalement ses propres institutions et son environnement et où il aura impérieusement besoin d'un système de valeurs vraiment acceptables.

Ces nouveaux défis interviennent surtout au niveau des lettres et sciences humaines. Pour offrir une solution, elles doivent à tout prix constituer de

nouveaux modèles ou paradigmes. La révolution keynesienne des années 1930, par exemple, ne semble plus offrir une réponse aussi satisfaisante aux problèmes des années 1970. Les systèmes philosophiques traditionnels paraissent incapables de créer un ensemble de valeurs qui conviennent aux sociétés riches. Il se peut fort bien d'ailleurs que les nouveaux paradigmes résultent d'un travail pluridisciplinaire, des efforts conjugués des lettres et sciences humaines.

Nous ne pensons pas toutefois que ces disciplines soient présentement en mesure d'effectuer les percées dont nous parlons. A supposer que de nouveaux paradigmes fassent leur apparition, nous nous demandons si ces mêmes disciplines pourraient, au niveau de la «science ordinaire», leur apporter les améliorations qui s'imposent presque toujours dans de tels cas. On a maintes fois souligné par le passé la déplorable situation dans laquelle se trouvent les sciences sociales au Canada. A vrai dire, c'est l'aspect des activités de R – D qu'on a le plus systématiquement déploré.⁵⁰ Parmi ceux qui ont exprimé de telles vues, mentionnons la Commission Massey, la Commission Glassco, le Rapport Bladen sur le financement de l'enseignement supérieur au Canada (publié en 1965), le Conseil des sciences, le Conseil économique, et le Rapport Macdonald sur le rôle du gouvernement fédéral en matière d'aide à la recherche dans les universités canadiennes. Nombre de groupements, dont le Conseil national de recherches, qui sont venus présenter leurs vues au Comité, ont abondé dans le même sens. Les carences sont particulièrement évidentes dans le domaine de la recherche fondamentale, celui qui a précisément reçu le plus d'attention parmi les sciences de la nature. Alors qu'il était président du Conseil économique, M. Arthur Smith exprimait les vues suivantes au sujet de la grave lacune dont nous venons de parler:

Au sujet de la recherche fondamentale, il convient de noter au moins trois différences importantes entre les sciences sociales et les sciences naturelles. En premier lieu, il y a l'aide financière insignifiante qui est accordée à la recherche fondamentale dans le domaine des sciences sociales, et qui contraste tellement avec l'aide dont bénéficie la recherche fondamentale dans le domaine des sciences naturelles. . . .

En second lieu, on peut assez facilement démontrer qu'il est plus important de disposer de moyens de recherche fondamentale, au Canada même, dans le domaine des sciences sociales que dans celui des sciences naturelles. Dans une foule de secteurs de recherche reliés aux sciences naturelles, il est relativement facile d'importer ou d'adapter des données d'origine étrangère. Pour ce qui est des sciences sociales, toutefois, une forte proportion de la recherche fondamentale effectuée à l'étranger ne correspond que faiblement aux intérêts et aux besoins du Canada parce qu'elle se rattache à un ensemble d'éléments

différents (très différents dans nombre de cas) de ceux du Canada—environnement, institutions, comportement social, contexte juridique, structures sociales, économiques, politiques et culturelles.⁵¹

Avant d'entreprendre l'élaboration d'une stratégie destinée à combler cette grave lacune, il faut prendre note de diverses anomalies.

Pour la période 1969-1970, le budget total du Conseil des Arts, pour ce qui est des lettres et sciences sociales a été de \$18.2 millions. Environ 60 pour cent de ce montant sont allés à des étudiants de niveau pré-doctoral, mais aucune bourse au niveau post-doctoral. Les universités n'ayant pas prévu l'augmentation rapide du nombre des inscriptions en lettres et sciences humaines, le Conseil s'inquiétait à cette époque de l'insuffisance de professeurs compétents au Canada,⁵² rareté à laquelle on suppléait par une importation massive, surtout des États-Unis. Le Conseil a peut-être trop tardé à intervenir pour rétablir la situation et, en donnant la priorité aux bourses pré-doctorales, il augmente peut-être la possibilité de produire trop de professeurs et de docteurs, comme c'est le cas pour certaines autres disciplines.

Il faut également noter que la plupart des étudiants en lettres et sciences humaines vont préparer leur doctorat à l'étranger, tendance qu'il ne faudrait pas encourager, semble-t-il, surtout dans ces disciplines. Pourquoi n'a-t-on pas créé plus tôt de bons centres d'enseignement de deuxième et troisième cycles? La question devient particulièrement lourde de sens à la lumière d'un renseignement que nous fournit le Rapport Macdonald: en 1967-1968, environ la moitié des étudiants préparant un doctorat en sciences de la nature ou en ingénierie dans les universités canadiennes venaient de l'étranger.⁵³ Il semble donc que les facultés consacrées aux sciences physiques soient hypertrophiées et, pour justifier leur existence, acceptent un nombre excessif d'étudiants étrangers, imposant de la sorte un lourd fardeau aux contribuables.

En 1969-1970, le Conseil des Arts ne consacrait que 26 pour cent de son budget à des subventions de recherche, comparativement à 70 pour cent pour le CNRC et CRM. La proportion de demandes qu'il acceptait, soit 85 pour cent, était substantiellement plus élevée. Une part importante des demandes présentées au Conseil ne se rattachaient d'aucune manière à la recherche fondamentale. Pourquoi, ne compte-t-on pas 10 pour cent des scientifiques qui enseignent en lettres et sciences humaines dans les universités qui demandent des subventions au Conseil des Arts? Pourquoi y a-t-il si peu de demandes d'aide dans le domaine de la recherche fondamentale libre? Pourquoi certains de nos scientifiques de grande classe partent-ils pour l'étranger et que faudrait-il faire pour les convaincre de revenir?

Une autre source d'inquiétude est l'isolement dans lequel se cantonnent de plus en plus certaines disciplines, isolement qui engendre parfois le mépris mutuel, au moment même où le travail pluridisciplinaire devient une condition indispensable des grandes découvertes. L'économiste Harry G. Johnson, témoignant devant le comité sénatorial des finances, déclarait ce qui suit :

Je ne crois pas à la sociologie. La sociologie est le dernier refuge des économistes de deuxième ordre qui sont incapables de réfléchir sur des questions économiques. . . . Je ne crois pas à la psychologie.⁵⁴

Ce genre d'isolement splendide et méprisant contraste de manière frappante avec l'attitude de l'économiste mathématicien Wassily Leontief :

Si nous voulons ancrer plus profondément les bases de notre méthode d'analyse, il nous faudra dépasser résolument les limites des phénomènes économiques qu'on a tracés jusqu'ici. Les efforts que nous consacrons à la compréhension plus fondamentale du processus de production nous amènent inévitablement aux sciences de l'ingénierie. Si nous voulons pénétrer sous l'aspect extérieur ténu des fonctions conventionnelles de consommation, nous devons faire une étude systématique des structures et du fonctionnement d'une cellule familiale, secteur au centre duquel on retrouve évidemment la description et l'analyse de facteurs sociaux, anthropologiques et démographiques.⁵⁵

Il est relativement aisé d'expliquer l'origine de ces problèmes. Vu que les sciences sociales sont assez peu développées, elles se prêtent probablement moins facilement que les sciences naturelles à la recherche fondamentale. La collecte des données et des faits d'observation prend beaucoup plus de temps. Le spécialiste en sciences sociales est plus attiré par la recherche appliquée et le développement, surtout quand la rémunération est plus élevée, car il est plus étroitement en contact avec la société et il participe davantage à la transformation sociale que le spécialiste en sciences de la nature. Il est également plus simple de fuir le domaine de la recherche fondamentale et de se réfugier dans la recherche historique ou comparative. Ceux qui relèvent le défi pensent peut-être trop facilement que l'appareil mathématique peut remplacer l'analyse théorique qualitative et cherchent à l'appliquer aux « faits qui ne relèvent pas de l'observation. »⁵⁶

Wassily Leontief a récemment critiqué cette tendance. Il s'en est pris en particulier à ses collègues économistes qui n'accordent pas une attention suffisante aux faits et qui ne s'engagent pas assez loin dans les processus mêmes qu'ils tentent d'étudier :

Le malaise dont j'ai déjà parlé provient non pas du manque d'actualités des problèmes pratiques que les économistes d'aujourd'hui essaient de résoudre, mais bien de l'insuffisance tangible des moyens scientifiques qu'ils appliquent. . . .

Malheureusement, quiconque apprend le calcul intégral et l'algèbre élémentaires ou, de préférence, avancés et se familiarise avec la terminologie spécialisée de l'économie peut s'afficher comme un théoricien. L'enthousiasme irréfléchi envers le langage mathématique a souvent tendance à dissimuler le manque de substance de l'argumentation derrière la façade imposante des signes algébriques.

C'est avant tout à la communauté scientifique elle-même qu'il revient d'éliminer ce qui met obstacle à l'excellence de la recherche fondamentale dans le domaine des lettres et sciences humaines. Le Comité estime toutefois que cette tâche sera facilitée si l'on améliore la politique d'aide gouvernementale conformément aux principes suivants :

1. La Fondation proposée pour les lettres et sciences humaines devrait dorénavant diminuer de beaucoup les bourses pré-doctorales, concentrant son action à ce niveau sur les candidats qui semblent capables et désireux d'orienter leur carrière vers la recherche fondamentale. Les autres étudiants qui préparent un doctorat et qui veulent principalement enseigner ou se diriger vers d'autres secteurs d'application devraient s'adresser aux universités, aux agences gouvernementales à vocation utilitaire ou au secteur privé.
2. La Fondation devrait accorder de généreuses bourses post-doctorales pour une période maximale de cinq ans aux jeunes scientifiques déjà attachés à une université et désireux de consacrer la majeure partie de leur temps à la recherche fondamentale. La Fondation devrait également faciliter la création de quelques centres d'excellence se prêtant aux travaux de ce genre au niveau des diplômés. Les étudiants de cycles avancés pourraient y jouer un rôle utile sous la direction de scientifiques de marque.
3. La Fondation devrait graduellement abandonner le domaine de la recherche appliquée et du développement lorsque d'autres organismes à mission pratique peuvent soutenir de telles activités. Par exemple, l'archéologie et l'anthropologie appliquées seraient confiées aux musées fédéraux et provinciaux. Cette évolution permettrait au Conseil d'orienter principalement ses subventions vers la recherche fondamentale libre, de donner une aide plus généreuse aux scientifiques qui satisfont aux normes internationales d'excellence, et de favoriser la formation d'équipes pluridisciplinaires de haut calibre.
4. Au moins durant le présente décennie, on devrait abandonner la répartition traditionnelle de l'aide financière fédérale à la recherche fondamentale libre pour appliquer des mesures d'urgence aux lettres et sciences humaines. Ce qui importe, c'est de progresser rapidement.

Le Comité recommande donc qu'au moins durant la présente décennie, l'aide de l'État dans le domaine de la recherche fondamentale libre respecte l'ordre de priorité suivant: en premier lieu, les lettres et sciences humaines et, en second lieu, les sciences de la vie, particulièrement celles qui ont trait à la santé, à condition que la qualité des travaux puisse être haussée au niveau des normes internationales.

Cette recommandation suppose une profonde modification des priorités. Toutefois, compte tenu des objectifs proposés par le Comité pour l'ensemble du programme national de R – D, ce changement n'empêcherait pas le progrès de la recherche fondamentale libre consacrée aux sciences physiques, dans les universités. Il ne faut pas l'oublier, le Comité demande que d'ici à 1980 l'aide accordée à la recherche fondamentale soit majorée de \$200 millions. De plus, l'orientation que nous préconisons suppose que l'aide à la recherche appliquée sera confiée aux organismes à vocation pratique, de sorte que les conseils de recherche puissent consacrer une plus forte proportion de leur budget à la recherche fondamentale.

LA RECHERCHE FONDAMENTALE ORIENTÉE

Par le passé, l'application de certains concepts fort importants se rattachant à la technologie ou à l'innovation a été grandement retardée ou imprudemment accélérée faute de connaissances scientifiques de base. Par exemple, le développement des transistors et des circuits à semi-conducteurs a été retardée à cause du peu d'avancement de la recherche fondamentale dans le domaine de la physique du solide.⁵⁷ Divers produits pharmaceutiques n'auraient pas été lancés dans le public si la recherche fondamentale orientée vers les effets secondaires de ces substances avait été plus avancée. Les politiques visant à assurer le jeu de la concurrence dans certains domaines sont fondées sur des modèles économiques théoriques datant de plus de 40 ans et ne correspondent pas à la situation actuelle. Pour accélérer et bien diriger le progrès de l'innovation, il faut pouvoir compter sur les connaissances théoriques et pratiques des spécialistes en recherche fondamentale. C'est là la sphère d'activité qui lui est propre qui tend vers des objectifs extérieurs à la science proprement dite.

Bien que la recherche universitaire et la recherche utilitaire aient souvent porté sur les mêmes sujets, il serait vain d'espérer que la recherche libre faite dans les universités réponde à tous les besoins, car la plupart des scientifiques attachés aux universités tiennent à conserver la plus grande liberté possible et

à choisir leurs sujets en fonction de leur valeur scientifique intrinsèque. L'activité de recherche fondée sur la liberté et la curiosité personnelles d'un chercheur ne mènerait donc à la solution d'un des problèmes pratiques précités que par pur accident. D'autre part, seules quelques entreprises industrielles—qui se situent au premier rang à l'échelle mondiale—ont les moyens de faire de la recherche fondamentale.

Il incombe donc à l'État de combler le vide qui subsiste entre la recherche libre et la recherche fort limitée menée par l'industrie. L'État doit également faire effectuer certaines recherches de caractère fondamental pour renforcer les programmes de recherche appliquée et de développement qui se rattachent aux diverses missions qui lui sont confiées. Durant l'exercice 1969-1970, le gouvernement canadien a consacré 50.8 millions de dollars, soit 18 pour cent de son budget de R – D *intra-muros*, à la recherche fondamentale effectuée dans ses laboratoires.

Ces travaux ont essentiellement porté sur les sciences de la nature et sur les sciences de la vie non rattachées à la santé. Nous ne disposons pas de statistiques en ce qui touche les sciences sociales, mais il ne fait aucun doute que la recherche fondamentale effectuée par l'État dans ce domaine est extrêmement limitée et de toute façon très diffuse.

Le Comité estime que l'État jouerait un rôle plus efficace dans ce domaine si son activité était plus concentrée et mieux répartie. La meilleure façon d'y parvenir serait de créer une académie nationale de la recherche, qui comprendrait, du moins à l'origine, trois instituts principaux, consacrés respectivement aux sciences de la nature, aux sciences de la vie et aux sciences de l'homme.

Ces instituts seraient en grande mesure autonomes. Cependant, comme ils relèveraient du même organisme, ils éviteraient les chevauchements inutiles d'une discipline à l'autre et, ce qui est extrêmement important, ils mettraient plus facilement sur pied les programmes pluridisciplinaires vers lesquels la recherche fondamentale orientée devra se tourner.

Ces instituts pourraient faire un peu de recherche libre, mais sans entrer en concurrence avec les universités. Leur rôle principal serait d'effectuer, contre rémunération, les travaux de recherche fondamentale que leur confieraient les sociétés industrielles ou les organismes d'État à mission pratique. Ils seraient également chargés de coordonner la participation du Canada aux programmes internationaux de grande envergure dont le coût serait trop élevé pour notre pays seul. Ils pourraient également affermer aux universités ou à l'entreprise privée la réalisation de certains programmes ou de certaines activités.

Le mode d'organisation proposé présente plusieurs avantages:

1. Les instituts offrirait un milieu de travail satisfaisant aux scientifiques canadiens qui préfèrent s'attaquer à la solution de problèmes au lieu d'enseigner ou de faire de la recherche fondamentale libre dans les universités. Ils pourraient aussi accueillir les scientifiques attachés aux universités et bénéficiant d'un congé sabbatique. Le personnel scientifique des instituts pourrait être prêté aux universités dans le cadre d'un échange de personnel. L'ensemble du programme canadien de recherche fondamentale en serait renforcé.
2. Parmi les problèmes auxquels la société fait face, nombreux sont ceux qui sont complexes, qui exigent une compréhension profonde des réalités extérieures, et qui ont des prolongements dans plusieurs domaines scientifiques. Pour s'y attaquer, il faudrait idéalement grouper en équipes des spécialistes de la recherche fondamentale. Il n'est pas toujours facile d'organiser de telles équipes dans les universités et, d'autre part, le gouvernement ne peut pas toujours implanter des centres de recherche pluridisciplinaire près des universités. Dans bien des cas, les instituts offrirait la meilleure forme d'organisation.
3. L'existence des instituts obligerait vraiment les autres organismes d'État à concentrer leurs efforts sur leur mission spécifique—recherche appliquée, développement, innovation—et à ne s'intéresser à la recherche fondamentale qu'en cas de besoin réel, puisqu'ils auraient à en acquitter les frais sans pouvoir d'autre part faire les travaux eux-mêmes. Dans un gouvernement, les ministères constituent souvent des monuments à la mémoire des problèmes du passé. Dans bien des pays, par exemple, les ministères de l'agriculture constituent une excellente manifestation de l'instinct de survivance.
4. Quand un organisme d'État chargé de missions pratiques crée une organisation de recherche fondamentale en vue de la solution de problèmes spécifiques, que fait-il du personnel et des installations après que les solutions ont été trouvées? Avec l'académie dont nous proposons la création, ce genre de difficulté ne se poserait pas—ce qui suppose évidemment une saine administration—car il serait plus facile de confier d'autres genres de travaux au personnel sans créer de problèmes sur le plan humain.

Il faut insister sur la nécessité de donner à l'académie et à ses instituts un mode d'administration différent de celui des organismes de recherche fondamentale libre dans les universités. La direction devrait attacher la plus grande

importance à la mobilité du personnel, et chercher à établir des rapports étroits avec les universités et avec les utilisateurs des connaissances acquises au cours des travaux. On améliorerait ainsi la communication entre la clientèle et les spécialistes en recherche fondamentale dans les instituts. Elle permettrait également une plus grande mobilité du personnel: après avoir poursuivi des travaux de recherche fondamentale en vue de trouver la solution d'un problème précis pour le compte d'une entreprise ou d'un organisme d'État, un scientifique pourrait accepter une mutation qui lui permettrait de faire franchir au programme l'étape suivante de R - D.

D'aucuns soutiendront que le mode d'administration prévu par le Comité pour l'académie n'attirerait pas de scientifiques de calibre acceptable. Feu Hans Kronberger, qui a joué un rôle important dans le développement des centrales nucléaires de Grande-Bretagne, n'entretenait pas de telles craintes. Se fondant sur son expérience personnelle, il a écrit ce qui suit:

Il y a une vingtaine d'années, quand l'organisation Risley a créé des centres de R - D en vue de l'étude de questions précises, on affirmait que les vrais scientifiques ne pourraient pas accepter la contrainte des objectifs prédéterminés, des échéanciers et des budgets précis, et qu'il serait difficile d'attirer et de garder du personnel d'élite dans une telle institution. Les événements ont prouvé qu'il n'en était rien. Bien au contraire, le sentiment de travailler à une entreprise commune, le fait de savoir que le succès d'ensemble était fonction de l'apport individuel, la connaissance précise, grâce au programme détaillé des travaux, de ce qu'on attendait de chaque homme, de chaque groupe, tout cela a suscité parmi le personnel un extraordinaire désir de mener la tâche à bien. . . . La façon la plus efficace d'attirer des hommes de valeur dans une équipe est de leur offrir l'occasion de travailler à la réalisation d'entreprises difficiles et exaltantes. La majorité des scientifiques préfèrent de beaucoup s'attaquer à des problèmes urgents qui exigent une solution que de trouver des «solutions» pour lesquelles il faut ensuite chercher une utilité.⁵⁸

Les travaux de recherche fondamentale orientée effectués par l'État doivent être réévalués en fonction des priorités que nous avons proposées pour la réorganisation de la recherche fondamentale libre dans les universités. La première priorité doit aller aux sciences sociales, en partie à cause de la nécessité urgente qu'il y a de relier les unes aux autres la théorie, la méthodologie et les techniques nouvelles de recherche dans la plupart de ces disciplines, mais surtout parce que les organismes d'État ont presque entièrement négligé ce secteur de la recherche fondamentale orientée, situation dont M. Arthur Smith, alors président du Conseil économique, a fait état lorsqu'il a déclaré:

A mesure que l'État et l'entreprise privée, grâce à une meilleure connaissance des faits, amélioreront leur compréhension, leur perception de la valeur des

sciences sociales, on verra sans doute non seulement un accroissement marqué de l'aide à la recherche dans ce domaine au niveau des universités et des autres institutions de recherche, mais aussi la mise en œuvre de tels programmes de recherche par l'État et les milieux d'affaires.⁵⁹

L'institut de recherche fondamentale orientée en sciences sociales dont nous préconisons la création ne viendrait pas en conflit avec l'Institut de recherche sur la politique nationale (IRPP) qu'a proposé M. Ronald S. Ritchie et dont le principe a récemment été adopté par le gouvernement fédéral. Comme l'ont indiqué le premier ministre et M. Ritchie, l'IRPP s'occupera essentiellement de la recherche appliquée, du développement, et de l'innovation sur le plan social. Dans un troisième volume, nous proposerons un mandat un peu plus précis pour l'IRPP. Signalons simplement ici que nous y incluons les systèmes sociaux, et plus particulièrement la santé, l'éducation, la sécurité sociale et les problèmes urbains. Les deux centres se compléteraient donc; celui dont le Comité propose la création fournirait les données fondamentales de recherche dont l'autre aurait besoin dans le domaine des sciences sociales.

L'une des premières tâches de l'institut de recherche fondamentale serait de perfectionner les concepts et les méthodes d'élaboration des indicateurs sociaux et des techniques de mesure devant servir en sociologie et, aussi, d'améliorer la mesure de la qualité de la vie. M. Albert D. Biderman a déclaré à ce propos:

Les spécialistes en sciences sociales peuvent participer de bien des façons à l'élaboration rationnelle de séries d'indicateurs sociaux normalisés. Il faudrait entre autres choses déterminer de la manière classique la signification des phénomènes sociaux et en préciser les interactions; élaborer et perfectionner, sur les plans conceptuel et technique, des instruments de mesure de ces phénomènes; former les citoyens à la connaissance des indicateurs sociaux se rattachant aux indices sociaux—signification, utilisation justifiée ou abusive, etc.; et enfin exercer des pressions en vue de la collecte des séries de données manquantes.⁶⁰

Pour réaliser ces objectifs il va falloir combiner les concepts et les techniques des spécialistes en économie, en science politique, en sociologie, en psychologie, en histoire et en statistique. Bertram M. Gross soutient que «les progrès marqués faits par les sciences sociales depuis quelques décennies rendent possible l'établissement d'un tel système. Il faut absolument le mettre sur pied pour répondre aux besoins des administrateurs, des chefs d'État et des organismes internationaux.»⁶¹

Le nouvel institut aurait à s'attaquer à des problèmes scientifiques de première importance. Il lui faudrait s'intéresser à la prospective, science qui fait des progrès rapides dans nombre de pays, mais qui n'a pas suscité d'inté-

rêt systématique au Canada. Il devrait entreprendre une étude spéciale de «System Dynamics» (dynamique des systèmes), méthode conçue par MM. Jay Forrester, Dennis Meadows, et certains collègues du Massachusetts Institute of Technology, afin d'en examiner les possibilités d'application au Canada. Voici l'une des descriptions qu'on en donne:

Il s'agit d'une méthode de simulation par ordinateur, conçue spécifiquement pour étudier les systèmes sociaux complexes. Elle permet de faire intervenir simultanément diverses variables physiques, sociales, et psychologiques et de résoudre les équations non linéaires.

La méthode utilise les perceptions que les humains ont de diverses relations dont l'ensemble forme un système complexe. Chacune de ces relations peut être examinée par des spécialistes sans qu'ils aient à utiliser un langage mathématique particulier. Lorsqu'ils s'entendent sur la nature d'une relation, cette donnée est transformée en expression mathématique et communiquée à l'ordinateur.

Quand l'ordinateur est en possession des données, on peut lui demander de faire une simulation, de dire par exemple de quelle façon un accroissement de 2 pour cent de la population influencerait sur l'ensemble du système au bout d'un certain nombre d'années.

La dynamique des systèmes confie à l'homme des tâches dans lesquelles il excelle—reconnaître et analyser les éléments distincts qui forment un système social—et à l'ordinateur les travaux que l'ordinateur mais non l'homme peut exécuter—calculer les effets de l'action simultanée de tous les éléments pendant une période donnée.⁹²

Les sciences de la vie viendraient en deuxième lieu, les sciences de la santé faisant l'objet d'une attention particulière. Nombre d'organismes d'État travaillent déjà dans ce domaine. Le regroupement et l'unification de tous ces travaux à l'intérieur d'un même institut créerait un noyau plus vigoureux, qui étendrait ensuite son action pour combler certaines lacunes, surtout dans le domaine de la biologie moléculaire.

La recherche fondamentale entreprise par le gouvernement fédéral dans le domaine des sciences physiques a été effectuée principalement par le CNRC, mais d'autres organismes comme le Conseil de recherche pour la Défense, le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, et l'AECL, y ont également participé. Les fondations devraient prendre la direction de ces travaux dans la mesure du possible. Par exemple, l'AECL s'occupe maintenant de développement et d'innovation et la recherche fondamentale orientée que cet organisme effectue semble beaucoup moins rattachée directement à sa mission que ce n'était le cas au début. Lorsque la recherche fondamentale faite par les organismes gouvernementaux dans le domaine des sciences physiques sera regroupée, il faudra assurer la croissance normale de ce secteur.

On soutiendra peut-être que le regroupement de la recherche fondamentale de l'État dans le cadre de l'académie isolera cette activité et transformera les trois instituts en tours d'ivoire. Certaines précautions réduiront le danger au minimum: échanges de personnel, ententes contractuelles avec les universités, les entreprises et les organismes d'État, gestion appropriée. Le Comité estime que les avantages à retirer compenseront ce léger risque: les spécialistes de la recherche fondamentale seront groupés sous une même Direction, dans des conditions de travail convenant mieux à leurs talents et à leurs intérêts et permettant de travailler en équipes pluridisciplinaires. Le regroupement proposé réduirait également le double emploi dans un domaine où l'excellence est rare.

Avant de rassembler ces activités, le ministre d'État à la Science et à la Technologie devrait examiner les programmes de recherche fondamentale de tous les organismes d'État chargés de missions pratiques précises, afin de voir si ces programmes ont leur raison d'être et, dans l'affirmative, si certains d'entre eux—et peut-être même les groupes de recherche eux-mêmes—ne pourraient pas être plus efficacement rattachés à une université. Il devrait s'agir là d'un processus continu de sorte que certaines des activités et certains des programmes confiés aux instituts pourraient plus tard faire partie de la tâche affermée aux universités, de façon à permettre aux instituts de se rajoinir et de redéfinir leur orientation périodiquement.

Le Comité recommande donc:

1. Que le ministre d'État à la Science et à la Technologie fasse un examen détaillé des activités de recherche fondamentale de tous les organismes d'État afin de voir si elles ont une raison d'être et, dans l'affirmative, si certaines ne pourraient pas être plus efficacement confiées aux universités;

2. Qu'à l'avenir, les travaux de recherche fondamentale du gouvernement canadien soient confiés à une académie nationale de recherche, qui aurait pour mission de combler certaines lacunes de la recherche fondamentale, surtout dans les sciences sociales et les sciences de la vie, et

3. Qu'une part appréciable des travaux des instituts soient entrepris à la demande des organismes d'État et des sociétés commerciales, contre rémunération.

CONCLUSION

Le Comité a recommandé que les dépenses de recherche fondamentale soient plafonnées de façon à respecter certaines limites précises dès 1980. La recherche fondamentale ne disposerait ainsi que d'une portion beaucoup plus faible

des budgets de R – D au Canada, mais les montants n'en continueraient pas moins d'augmenter jusqu'en 1980 pourvu que les activités et les programmes donnant lieu à une demande d'aide soient valables.

La stratégie que nous proposons pour venir en aide à la recherche fondamentale et pour doter le pays de meilleurs moyens d'action est fondée sur la qualité plutôt que sur la quantité. Elle fait appel aux critères d'excellence scientifique et de valeur sociale. Elle permettrait au Canada de participer plus efficacement à l'extension des connaissances fondamentales de façon à mieux faire face à ses obligations sur le plan international tout en répondant aux besoins du pays.

La très haute priorité que nous accordons à l'excellence pourrait modifier le climat dans lequel s'effectue la recherche fondamentale libre au Canada. Les spécialistes de cette recherche dans les universités et les établissements assimilés n'obtiendraient plus aussi facilement l'aide de l'État mais la qualité donnerait lieu à des subventions plus généreuses. Le nombre de subventions diminuerait probablement, mais les montants attribués pourraient être haussés de façon appréciable en cas d'excellence. Cette stratégie devrait favoriser la formation d'un plus grand nombre de spécialistes de premier ordre en recherche fondamentale au Canada, les retenir au pays, faire revenir des spécialistes partis pour l'étranger, et porter un plus grand nombre de scientifiques étrangers de réputation internationale à venir poursuivre leur carrière au Canada.

L'académie nationale de recherche aurait pour fonction principale d'effectuer de la recherche fondamentale dirigée, pour le compte des sociétés commerciales et des organismes gouvernementaux chargés de missions pratiques, dans les cas où les universités seraient incapables de répondre aux besoins, et, de façon générale, d'apporter le complément nécessaire à la recherche libre effectuée au niveau des universités. Les instituts pourraient améliorer la qualité de la recherche parce qu'ils pourraient assurer une plus grande concentration des efforts, favoriser le travail d'équipe et faciliter la mise en marche des programmes pluridisciplinaires qui s'imposent au niveau de la recherche fondamentale orientée.

Dans le cadre de la stratégie d'ensemble que nous proposons, les scientifiques qui ne présenteraient pas le dynamisme et les talents indispensables à la découverte scientifique ne pourraient bénéficier d'une aide directe de l'État pour effectuer de la recherche fondamentale. Le Comité estime qu'ils devraient s'intéresser plutôt à la recherche appliquée et chercher à la rattacher davantage à l'enseignement ou à quelque autre fonction valable. De la sorte, ils seraient certainement plus heureux comme individus, plus utiles à la

société et par conséquent plus en droit d'attendre de l'aide de l'État que s'ils poursuivaient dans le domaine de la recherche fondamentale une carrière marquée par une série d'insuccès.

NOTES ET RENVOIS

1. Eric Ashby, «Science and antiscience», *Nature*, 2 avril 1971, p. 284.
2. Ibid.
3. Harvey Brooks, *The Government of Science, op. cit.*, pp. 112 et 114.
4. Abraham H. Maslow, *The Psychology of Science, A Reconnaissance*, Henry Regnery, Gateway Edition, Chicago, 1969, pp. 22-23.
5. Ibid., p. 30.
6. Ibid., p. 33.
7. Thomas S. Kuhn, «Normal Science as Puzzle-solving», Chapitre IV de *The Structure of Scientific Revolutions*, International Encyclopedia of Unified Science, Vol. 2, n° 2, University of Chicago Press, 2^e édition augmentée, 1970, pp. 35-42.
8. *A Framework for Government Research and Development, H.M.S.O.*, Londres, novembre 1971, p. 3.
9. Kuhn, *op. cit.*
10. Ibid., p. 10.
11. Cité par Kuhn, *ibid.*, p. 151.
12. Paul A. Samuelson, «The General Theory (3)», Chapitre XIII de *The New Economics: Keynes' Influence on Theory and Public Policy*, édité par Seymour E. Harris, Alfred A. Knopf, New York, 1947, p. 146.
13. Kuhn, *op. cit.*, p. 26.
14. Ibid.
15. Ibid., p. 27.
16. Jacques Barzun, *Science: The Glorious Entertainment*, Harper et Row, New York, 1964, pp. 120 et 122.
17. Ibid., pp. 128, 129 et 131.
18. Jérôme B. Wiesner, «Science, Technology, and the Quality of Life», *Technology Review*, décembre 1971, p. 15.
19. Richard B. Freeman, *The Market for College-Trained Manpower: A Study in the Economics of Career Choice*, Harvard University Press, Cambridge, 1971, p. 229.
20. John Ziman, *Public Knowledge: An Essay Concerning The Social Dimension of Science*, Cambridge University Press, 1968, pp. 128 et 130.
21. *Science in Canada*, édité par J. D. Babbitt, University of Toronto Press, 1965, pp. 54 et 56.
22. Comité spécial de la politique scientifique, *Délibérations*, n° 41, 24 avril 1969, pp. 5194-5195.
23. *A Science Policy for Canada*, Volume 1, Tableau 3, p. 125.
24. «Nations can publish or perish», *Science and Technology*, octobre 1967, pp. 84-90.
25. Karl W. Deutsch, John Platt, Dieter Senghaas, «Conditions Favoring Major Advances in Social Science», *Science*, 5 février 1971, pp. 450-459.
26. David D. Rutstein, *The Coming Revolution in Medicine*, The M.I.T. Press, Cambridge, 1967, p. 147.
27. Cité dans Conseil des sciences du Canada, Rapport n° 4, *Vers une politique nationale des sciences au Canada*, p. 25.
28. «Social responsibility (I): The impact of social responsibility on science», *Impact of Science on Society*, Vol. XXI, n° 2., avril-juin 1971, p. 122.
29. J. Bronowski, «The Disestablishment of Science», *Encounter*, juillet 1971, p. 15.
30. Anthony Wedgwood Benn, «Towards a New Dictatorship?», *Encounter*, septembre 1971, p. 93.

31. *The Social Responsibility of the Scientist*, édité par Martin Brown, The Free Press, New York, 1971.
32. Hilary and Steven Rose, *Science and Society*, Allen Lane, Londres, 1971, p. 269.
33. Bronowski, *op. cit.*, p. 15.
34. Alvin M. Weinberg, «Criteria for Scientific Choice» et «Criteria for Scientific Choice II», tiré de *Criteria for Scientific Development*, édité par Edward Shils, *op. cit.*, pp. 81 et 25.
35. Le D^r H. L. Welch, directeur du département de physique de l'Université de Toronto affirme que Herzberg a réuni autour de lui une équipe fort compétente et qu'il a été le grand artisan de cette réussite. (Radio-Canada, «This country in the morning», 3 novembre 1971). L'annonce officielle de l'Académie suédoise des sciences disait: «Chef dynamique, Herzberg a fait de son laboratoire le centre le plus avancé de la spectroscopie moléculaire dans le monde.»
36. Ziman, *op. cit.*, p. 145.
37. Graham Jones, *The Role of Science and Technology in Developing Countries*, publié pour le compte de Oxford University Press, Londres, 1971, p. 126. Un écrivain tchèque, Jan Vlachy, a également étudié le rapport qui existe entre l'âge et la productivité du savant ainsi que la question de la courbe d'âges du personnel de laboratoires; voir «Remarks on Productive Age», *Teorie A. Metoda*, II/3, Prague, 1970, pp. 121-150.
38. G. M. Dobrov, «Science Policy in the Soviet Union», extrait de *Decision-Making in National Science Policy*, édité par De Reuck, Goldsmith et Knight, A Ciba Foundation and Science of Science Foundation Symposium, J. & A. Churchill Ltd., Londres, 1968, p. 194.
39. *Ibid.*, p. 195.
40. OCDE, *Examen des politiques scientifiques nationales: Canada*, Paris 1969, p. 290.
41. *Délibérations de la 1^{re} Phase*, Comité spécial de la politique scientifique, Imprimerie nationale, Ottawa, 1968, pp. 188-189.
42. *Science and Society*, *op. cit.*, p. 269.
43. «Disestablishing Science», *Encounter*, septembre 1971, p. 91.
44. «Criteria for Scientific Choice», *op. cit.*, p. 23.
45. OECD, *op. cit.*, p. 295.
46. Frank Kelly, *Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada*, Étude spéciale n° 20, Conseil des sciences du Canada, mars 1971.
47. *Ibid.*, p. 6.
48. «Conditions Favoring Major Advances in Social Science», *op. cit.*
49. Comité spécial de la politique scientifique, *Délibérations*, n° 30, 13 février 1969, p. 4118.
50. Surveys by M. Timlin and A. Foucher, par Bernard Ostry; Robin F. Badgley, «Sociology in Canada: Past and Future»; Harry G. Johnson, «Canadian Contributions to the Discipline of Economics since 1945», *Canadian Journal of Economics*, février 1968.
51. Arthur J. R. Smith, «The Social Sciences and the 'Economics of Research'», allocution prononcée à la réunion de la Société royale du Canada à Calgary, Alberta, 3 juin 1968, pp. 5-6.
52. Par exemple, le Conseil remarque qu'en Ontario le pourcentage des enseignants canadiens dans ces disciplines n'était alors que de 47.4 dans le cas des humanités et de 53.6 dans celui des sciences sociales. (*13^e Rapport annuel*, 1969-1970, p. 15)
53. *Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes*, Conseil des sciences du Canada, Étude spéciale n° 7, Imprimerie nationale, Ottawa, 1969, pp. 209-210.
54. Délibérations sur la question de la croissance, de l'emploi et de la stabilité des prix, Comité sénatorial permanent des finances nationales, n° 12, p. 37.
55. Allocution présidentielle à l'American Economic Association «Theoretical Assumptions and Non-observed Facts», *American Economic Review*, mars 1971, p. 4.
56. *Ibid.*
57. Jack A. Morton, «From Research to Technology», in *The R&D Game*, The M.I.T. Press, Cambridge, 1969, pp. 213-235.
58. Hans Kronberger, «How the Atom Paid Off», *The New Scientists*, édité par David Fishlock, Oxford University Press, 1971, pp. 23-24.

59. Arthur J. R. Smith, «The Social Sciences and the 'Economics of Research'», *op. cit.*, p. 6.
60. Albert D. Biderman, «Social Indicators and Goals», in *Social Indicators*, édité par Raymond A. Bauer, The M.I.T. Press, Cambridge, 1966, p. 145.
61. Bertram M. Gross, «The State of the Nation: Social Systems Accounting», in Bauer, *op. cit.*, p. 155.
62. *The Futurist*, août 1971, p. 149.

APPENDICE 1

LISTE DES SUBVENTIONS ACCORDÉES PAR LE CONSEIL DES ARTS DU CANADA EN LETTRES ET SCIENCES HUMAINES EN 1969-1970

Préparation d'un glossaire bilingue des termes juridiques en usage dans le Québec, en vue de la récupération des informations au moyen d'un ordinateur	\$ 30,000
Recherche sur la sémantique et la métaphysique de la science	26,800
Poursuite d'une recherche sur les répercussions sociales des innovations et de l'évolution technique	14,000
Série d'études illustrant les possibilités d'application des méthodes modernes de recherche sociologique au domaine des humanités	17,991
Poursuite d'une étude de la génétique des Canadiens français	30,000
Rédaction d'un ouvrage intitulé France in America, comme prélude à une étude de grande envergure sur l'histoire sociale du Canada	10,500
Construction d'un modèle économétrique des liens entre l'économie du Canada et celle des États-Unis	22,700
Poursuite d'une recherche sur les facteurs humains dans l'architecture et l'aménagement du milieu	12,000
Perfectionnement et essai d'un système permettant d'adapter l'informatique aux travaux des assemblées délibérantes	22,098
Enquête d'envergure mondiale en vue de déterminer quelles langues parlées par au moins 10,000 personnes ont été normalisées dans des textes	15,000
Recherche sur le pouvoir de légiférer en vertu des constitutions fédérales et du droit international	13,600
Recherche sur l'évolution de la société et des institutions en Chine	20,840
Poursuite d'une recherche sur le rôle des partis et des élections en régime politique canadien	6,213
Poursuite d'une étude interdisciplinaire sur les répercussions du modernisme dans l'Est de l'Arctique	85,000
Recherche interdisciplinaire sur l'application de l'informatique aux besoins des sciences de l'homme	25,000
Recherche sur les rapports entre les fluctuations économiques au Canada et aux États-Unis	20,872
Poursuite d'une recherche sur le processus de l'évolution politique en Tchécoslovaquie contemporaine	7,700
Poursuite d'une recherche sur les fondements biologiques du comportement humain	21,300
Recherche sur l'importance des oligo-éléments dans l'alimentation humaine	35,000
Poursuite d'une recherche sur l'interdépendance des divers secteurs de l'économie canadienne et l'autonomie en matière de politique économique	75,000
Recherche sur l'authenticité des textes attribués à Platon et Aristote, grâce à des analyses stylistiques par ordinateur	14,000
Poursuite d'une recherche sur l'influence des préjugés inconscients dans les résultats des recherches en sciences humaines	8,530
Étude sur les rapports entre l'éducation des adultes et leur participation aux affaires publiques	13,591
Excavation d'un site archéologique gréco-romano-byzantin, à Anamur (Turquie)	14,700
Recherche interdisciplinaire sur les réactions des populations indiennes de la Colombie-Britannique aux transformations de leur environnement	9,047
Mise au point d'un instrument de mesure des attitudes autoritaires («l'échelle F équilibrée»)	10,250
Poursuite d'une recherche sur l'évolution du concept de caste en Inde	8,277
Recherche sur le commerce international et les débuts du développement économique dans diverses sociétés	6,981

Poursuite d'une recherche sur les rapports entre la personnalité des individus et leurs attitudes politiques	\$ 38,010
Poursuite d'une étude anthropologique de trois ethnies indiennes dans l'État du Puebla (Mexique)	26,845
Recherche sur le mouvement ouvrier au Québec	10,000
Poursuite d'une recherche sur l'incidence de la maladie au sein des familles	32,881
Recherche sur l'effet d'un milieu tropical isolé sur une population d'origine européenne	9,850
Recherche sur la psychologie de l'art et la motivation esthétique	24,602
Poursuite d'une recherche sur la criminalité chez les femmes	22,000
Poursuite d'une recherche en vue de la préparation d'une bibliographie de la littérature néo-latine du dix-septième siècle en France	19,554
Poursuite d'une recherche sur la psychologie des relations humaines	7,500
Recherche sur la sociologie des élections à Montréal	16,835
Poursuite d'une recherche sur la culture préhistorique, au site néolithique d'Erbaba (Turquie)	9,400
Poursuite de l'excavation archéologique de sites préhistoriques dans la vallée du Fraser, près de Yale, C.-B.	25,110
Recherche sur la politique étrangère d'Israël	19,454
Recherche archéologique sur les anciennes civilisations Quimbaya (Colombie Centrale)	12,409
Poursuite d'une étude anthropologique comparative de deux populations esquimaudes, à Kotzebue, Alaska et à Eskimo Point, T. N.-O.	17,550
Étude géographique des disparités régionales, aux États-Unis, en matière de croissance et de déclin économique	5,686
Poursuite d'un travail de compilation de documents historiques sur la Nouvelle-France (1616-1680)	13,300
Poursuite d'une recherche sur l'évolution de la condition de la femme dans une société moderne	17,814
Recherche interdisciplinaire sur l'influence des systèmes électroniques de stockage de l'information sur la liberté de l'individu	10,380
Recherche sur les règles du droit international privé au Canada (conflits de lois)	7,000
Recherche sur les aspects économiques et géographiques de la Voie maritime du St-Laurent pendant ses neuf premières années d'existence (1959-1968)	6,250
Recherche sur la géographie agricole de l'Inde	5,910
Recherche sur l'innovation créatrice dans l'aménagement régional du territoire	5,431
Recherche sur l'élite bureaucratique des pays d'Afrique occidentale	21,208
Recherche sur les principes fondamentaux de l'emploi des nouvelles techniques dans l'architecture et l'esthétique urbaine	9,962
Recherche sur la psychologie politique des individus au Canada anglais, au Canada français et aux États-Unis	15,028
Poursuite d'une recherche sur un modèle quantitatif permettant de prévoir l'évolution de l'économie canadienne et de stimuler les répercussions des politiques ou événements d'ordre économique	8,993
Recherche sur les thèmes empruntés à l'Apocalypse dans les œuvres des écrivains symbolistes russes	5,275
Analyse, à l'aide d'un ordinateur, des styles de la prose anglaise à l'époque de la Renaissance et de la Restauration (1575-1700)	5,400
Préparation d'une édition critique d'Auberi le Bourguignon, poème épique du 13 ^e siècle	6,661
Recherche en vue de l'établissement d'une chronologie de toutes les œuvres littéraires, historiques, philosophiques, politiques et scientifiques publiées en France durant le Siècle des lumières (1680-1789)	14,738
Recherche sur la nature et l'efficacité des politiques monétaires au Canada et dans d'autres pays	12,800
Recherche sur l'évolution récente des relations industrielles en Europe occidentale	5,885

Recherche sur un système budgétaire pour les programmes comportant une participation des trois paliers de gouvernement au Canada: fédéral, provincial et municipal	\$ 6,720
Recherche sur la psychologie des émotions et des instincts chez l'homme	17,000
Poursuite d'une recherche sur des modèles quantitatifs utilisés en analyse économique	32,048
Poursuite d'une recherche en vue de l'établissement d'un catalogue complet des œuvres du Mattia Preti, artiste du 17 ^e siècle	6,255
Poursuite de la préparation d'une bibliographie de l'écrivain anglais Hilaire Belloc	8,000
Recherche archéologique sur la peinture de vases chypriotes anciens	5,595
Recherche sur l'exode des cerveaux des pays du tiers monde aux pays industrialisés	36,150
Recherche psychologique sur la confiance chez les individus qui ne respectent pas les normes sociales du groupe	9,750
Recherche sur les fondements de la science moderne remontant au 16 ^e siècle	9,022
Recherche sur le sens de l'identité ethnique et sur l'organisation sociale des groupes minoritaires à Winnipeg	15,450
Recherche sur la psychologie de l'artiste créateur	8,181
Élaboration d'un système de vérification des règles se dégageant d'une grammaire «transformationnelle» du français, système qui pourrait aussi s'adapter à d'autres langues	16,440
Recherche sur l'évolution du mouvement syndical à la Jamaïque	9,487
Recherche sur le droit contractuel canadien	6,000
Analyse économique de la criminalité et de la justice pénale au Canada	12,837
Recherche sur la psychologie du conformisme social	13,918
Poursuite d'une recherche sur la politique contemporaine en Allemagne	17,624
Recherche sur la sociologie de la famille	9,288
Recherche sur les établissements frontaliers en Asie	11,892
Étude comparative des théories sociologiques du développement	7,000
Étude critique de l'œuvre du romancier victorien George Gissing	5,625
Poursuite d'une recherche sur la fonction d'ombudsman en Alberta	18,437
Recherche psychologique sur l'effet produit sur les hommes par la connaissance préalable des événements pénibles	14,345
Recherche sur le rôle de la noblesse dans l'histoire sociale et politique du Japon	8,750
Recherche linguistique sur les mécanismes mentaux de la traduction orale	6,120
Préparation d'un dictionnaire étymologique et historique de l'ancien français	30,000
Poursuite de la préparation d'un dictionnaire de terminologie linguistique	17,673
Recherche sur l'influence de la littérature italienne sur les écrivains latino-américains de la fin du 19 ^e siècle et du début du 20 ^e	5,616
Poursuite d'une étude comparée des localités rurales isolées du Québec, de l'Île-du-Prince-Édouard, du Nouveau-Brunswick et de l'Alberta	38,605
Excavations archéologiques au site de l'ancien monastère chrétien d'Alahan (Turquie)	15,000
Recherche sur l'histoire de l'administration publique du Québec depuis 1867	17,400
Étude biographique de l'ancien premier ministre du Canada Mackenzie King pendant la guerre (1939-1945)	5,974
Recherche sur l'évolution politique au Honduras britannique	6,755
Poursuite d'une recherche psychologique sur les rapports entre le comportement moral des enfants et les méthodes d'éducation utilisées par des mères appartenant à divers groupes ethniques	8,494
Poursuite d'une recherche sur la psychologie du comportement individuel face à des événements inévitables	9,502
Poursuite d'une recherche sur la façon dont les diverses caractéristiques sociales d'une collectivité influent sur la délinquance juvénile	5,665
Poursuite d'une recherche en vue de la reconstitution des débats de l'Assemblée législative du Québec (1867-1900)	17,020
Recherche sur la littérature canadienne-française dans la première moitié du 19 ^e siècle	5,566

Poursuite d'une recherche sur les écrits de Fanny Burney (M ^{me} d'Arblay), romancière et journaliste anglaise du 18 ^e siècle	\$ 15,125
Poursuite d'une recherche sur les collectivités noires en Nouvelle-Écosse	7,600
Poursuite d'une recherche en vue de la mise au point de tests de personnalité adaptés à des sujets canadiens	6,000
Recherche interdisciplinaire sur la préhistoire de l'Ontario	46,850
Recherche sur le rôle de la royauté dans l'Iran moderne	9,370
Poursuite d'une étude sur l'évolution des petites exploitations agricoles dans les Antilles anglaises et ses rapports avec le progrès économique et politique depuis 1800	42,484
Recherche sur les conséquences théoriques des études portant sur le comportement humain en Afrique sud-saharienne	8,000
Recherche interdisciplinaire sur les premiers hommes du Nouveau-Monde et sur les origines des peuples indiens du nord-ouest du Canada et de l'Alaska	24,740
Recherche sur la validité des tests d'intelligence	5,660
Étude sur une œuvre pour clavier d'un compositeur italien ancien: Intavolatura de Cimbalo, d'Antonio Valente (1576)	5,375
Recherche sur les moyens de mesurer et d'apprécier les effets produits sur le paysage par les travaux de développement de l'homme	11,609
Poursuite d'une recherche sur la grammaire de deux langues amérindiennes, l'Ojibwa et l'Odawa	12,797
Recherche sur le rôle de la fonction publique canadienne dans l'élaboration de la politique gouvernementale	8,225
Direction des travaux préparatoires à la publication des volumes IV et V d'une étude d'ensemble intitulée La Philosophie contemporaine/Contemporary Philosophy	14,330
Recherche dans le cadre d'un relevé statistique de la population mondiale suivant la langue maternelle	17,504
Recherche sur la psychologie de l'autoritarisme	11,575
Poursuite d'une recherche sur les motifs qui poussent les individus à jouer un rôle actif en politique	43,000
Excavation archéologique du vieil établissement français de Roma, à Brudenell Point, Î.-P.-É.	13,116
Poursuite d'une recherche sociologique sur les rapports entre propriétaires et locataires dans l'agglomération montréalaise	14,605
Poursuite d'une recherche sur les aspects sociaux et psychologiques de l'apprentissage d'une langue seconde et du bilinguisme	17,050
Recherche sur l'intérêt historique de la vaste collection d'armes chinoises en bronze du Royal Ontario Museum	19,700
Poursuite d'une recherche sur les relations entre la classe sociale et les attitudes politiques à Vancouver	7,000
Poursuite d'une recherche sur la sociologie de l'évolution des organisations	8,510
Recherche sur les partis politiques fédéraux et provinciaux dans la région de Québec	8,800
Poursuite d'une recherche en laboratoire sur le français parlé	23,220
Recherche sur le rôle des instruments scientifiques dans l'histoire de la science au 18 ^e siècle	5,456
Recherche sur la portée et la signification des fluctuations dans les attitudes des dirigeants de l'URSS vis-à-vis de la révolution cubaine	8,192
Recherche sur un modèle théorique de la science architecturale	11,590
Recherche sur les conflits d'intérêts dans l'entreprise pluri-nationale	27,638
Recherche historique sur les objectifs de la politique étrangère britannique pendant la Première Guerre mondiale	12,890
Recherche interdisciplinaire sur les changements produits par le modernisme sur la mentalité et le comportement des membres d'une tribu africaine	12,258
Recherche psychologique sur l'influence de l'environnement et de l'hérédité sur le comportement des enfants (conformité et autonomie)	9,205

Poursuite d'une étude comparative des effets psychologiques produits sur les Esquimaux et les Centrafricains par le passage d'une société traditionnelle à une société moderne	\$ 17,642
Poursuite d'une recherche sur l'histoire mathématiques depuis l'année 1800	8,650
Préparation d'une édition critique des œuvres complètes du pamphlétaire politique mexicain Pablo de Villavivencio (1792-1832)	10,501
Recherche sur l'immigration dans la région comprenant le Manitoba et le Minnesota (1860-1920)	6,939
Préparation d'une bibliographie et d'éditions critiques des papiers et documents des loyalistes de la révolution américaine	19,600
Recherche sur la théorie du commerce international	9,396
Recherche sociologique sur l'adaptation de familles immigrantes issues d'un pays sous-développé à une société industrielle moderne	8,124
Poursuite d'une recherche sur la sociologie de l'habitation urbaine	39,000
Excavation archéologique de sites préhistoriques près de Swift Current, Sask., et exploration d'autres sites	14,090
Étude sur l'époque des concessions agricoles en Saskatchewan (1912-1923)	6,398
Poursuite d'une étude sociologique sur la résistance au conformisme religieux	13,852
Recherche sur la capacité d'apprendre des enfants de différents milieux	7,400
Poursuite d'une recherche en vue de la reconstruction des débats de l'Assemblée législative des Canadas unis à l'époque précédant la Confédération (1841-1867)	7,000
Préparation d'un répertoire permanent des langues indiennes du littoral nord-ouest du Canada, dont plusieurs auront disparu d'ici quelques années	5,400
Poursuite d'une recherche sur la situation économique et sociale du Bas-Canada (1791-1812)	8,000
Recherche sur la théorie des concepts selon George Berkeley, philosophe anglo-irlandais du 18 ^e siècle	5,375
Recherche sur la Loi canadienne sur le divorce (1968)	6,000
Poursuite de fouilles archéologiques sur le site d'un ancien établissement Maya à Altun Ha (Honduras britannique)	21,254
Réalisation d'un vocabulaire juridique canadien bilingue (Common Law et droit civil)	36,000
Recherche sur les migrations en provenance de l'Inde aux 19 ^e et 20 ^e siècles	9,300
Recherche interdisciplinaire (mathématique, statistique et informatique) sur les techniques de prédiction et de classification utilisées en criminologie et dans les autres sciences sociales	13,050
Étude géographique sur les villes patronales dans les régions éloignées	5,248
Études préliminaires en vue d'une recherche de grande envergure sur les opinions des adolescents ontariens face aux études post-secondaires	17,888
Poursuite d'une étude comparée des groupes d'intérêt sous les régimes politiques du Canada et des États-Unis	44,515
Poursuite d'une recherche en vue de l'élaboration d'une grammaire «transformationale» du français fondamental	28,000
Poursuite d'une recherche géographique sur la croissance du Grand-Montréal sur la rive sud du Saint-Laurent	18,090
Poursuite d'une recherche historique sur les attitudes de la population des provinces Maritimes envers les États-Unis (1784-1896)	11,645
Recherche archéologique sur les reliefs et les inscriptions du temple d'Osiris, Maître de l'Éternité, à Karnak (Égypte)	7,940
Recherche psychologique sur le comportement humain (propriétés renforçantes des attitudes)	6,700
Étude géographique sur l'intensité de la circulation routière et la croissance des villes du Québec	16,500
Préparation d'un atlas de la Saskatchewan	7,085
Poursuite d'une recherche sur le logement et l'intégration sociale des immigrants et groupes ethniques à Toronto	118,000

Recherche anthropologique sur le symbolisme de la danse du soleil chez les Amérindiens	\$ 6,500
Étude linguistique sur le dialecte gaélique des gens d'origine écossaise de l'Île du Cap-Breton	6,562
Élaboration d'une grammaire scientifique et historique et d'un dictionnaire du papiamento, une langue créole des Antilles	6,800
Étude sur les aquarelles réalisées par le poète et artiste William Blake pour illustrer le poème <i>Night Thoughts</i> , du poète Edward Young (18 ^e siècle)	7,250
Recherche sur les motifs qui poussent les personnes présentes à intervenir ou à rester inactives devant un cas de détresse	10,550
Recherche sur la psychologie de la connaissance	10,000
Poursuite d'une recherche sur les mécanismes psychologiques de l'hostilité et de l'agression	8,650
Poursuite d'une recherche sur l'ethnographie des Esquimaux du Nouveau-Québec	41,390
Recherche en psychologie industrielle sur les facteurs qui influent sur le rendement et sur la satisfaction au travail	8,175
Poursuite d'une recherche en vue de la préparation d'une édition des textes anciens figurant sur les papyrus et les fragments de poterie de la collection du Royal Ontario Museum	8,200
Étude anthropologique sur les méthodes d'enseignement dans des sociétés de types différents au Canada et en Afrique	42,101
Recherche anthropologique sur la mythologie des Indiens du Québec	21,375
Poursuite d'une recherche sur les déterminants et les effets du pouvoir dans divers types d'entreprises financières au Canada	26,108
Poursuite d'une exploration archéologique de trois sites préhistoriques dans la vallée de Bekaa (Liban)	14,343
Recherche sur les moyens de déterminer le potentiel intellectuel des individus économiquement désavantagés ou appartenant à des groupes ethniques minoritaires	5,550
Recherche sur la théorie de la géographie économique (systèmes dynamiques d'implantation)	6,954
Recherche linguistique sur les noms de famille et la toponymie de Terre-Neuve	8,092
Fouilles archéologiques du petit théâtre romain de Vienne, en France	5,900
Recherche sur le rôle de la communication verbale dans l'établissement de rapports entre les individus	11,850
Recherche sur les caractéristiques d'un bon enseignement universitaire	12,000
Étude critique et traduction de l' <i>Anticlaudianus</i> , allégorie didactique écrite en latin par Alain de Lille, humaniste du 12 ^e siècle	6,190
Poursuite d'une étude sur les conflits industriels en France (1830-1960)	24,800
Poursuites de fouilles archéologiques sur un site de l'âge de fer à Gravina, dans le sud-est de l'Italie, et levé topographique de la vallée de Bradano en vue de la découverte d'autres vestiges anciens	10,550
Recherches sur le parti libéral de Saskatchewan (1905-1970)	5,156
Fouilles d'un site archéologique gréco-romano-byzantin, à Anamur (Turquie)	14,650
Fouilles archéologiques au site préhistorique de Ganj Dareh (Iran)	15,355
Recherche sur la carrière politique de M. John G. Diefenbaker	15,992
Recherche sur le rôle du scepticisme en ethnique et en philosophie morale	6,660
Compilation d'un dictionnaire de l'anglais de Terre-Neuve	7,375
Poursuite d'un travail de compilation de témoignages oraux et écrits sur la vie politique canadienne vue à travers la carrière de M. Paul Martin	14,642
Recherche sur la théorie de la criminologie (réaction sociale à diverses sortes d'actes déviants)	24,700
Recherche sur les réactions des intellectuels devant l'évolution technique du monde moderne	8,560
Poursuite d'une recherche sur l'histoire des Mennonites en U.R.S.S.	5,990
Analyse archéologique d'une importante quantité de poteries de la fin de l'âge de bronze, à Chechem, Israël	6,158

Poursuite d'une étude ethnographique de certaines collectivités de la côte nord du Saint-Laurent	\$ 72,910
Fouilles archéologiques et étude de sites préhistoriques esquimaux à Sagiek Bay, Labrador	10,750
Étude sur la composition et l'interprétation des statistiques servant à mesurer la croissance économique du Canada	9,000
Recherche sur la pensée sociale et le nationalisme au Canada français (1960-1966)	9,945
Poursuite d'une recherche sur la viabilité des groupes francophones du Canada à l'extérieur du Québec	36,722
Recherche anthropologique sur l'art et l'architecture des Indiens du littoral nord-ouest	5,801
Poursuite d'une recherche sur la psychologie des mécanismes de décision dans un groupe	9,225
Recherche sur l'histoire de l'art italien au 17 ^e siècle	10,990
Poursuite d'une recherche sur les attitudes politiques de certains groupes agricoles aux États-Unis	10,079
Recherche sur l'emploi d'ordinateurs dans l'analyse de poteries et d'autres vestiges archéologiques de l'âge du bronze	9,500
Recherche sur les attitudes des étudiants québécois de langue anglaise et de langue française au sujet de l'école et de l'éducation en général	14,920
Construction de modèles économétriques des épargnes et des mouvements d'argent au Canada (1962-1967)	27,640
Recherche sur la philosophie morale de Thomas d'Aquin (rapports entre l'intelligence et la volonté dans l'acte humain)	5,575
Étude géographique des problèmes d'établissement dans certaines région du nord de l'Écosse	7,496
Recherche sur la théorie géographique de la planification du développement régional	9,090
Préparation d'une édition critique de l'histoire du Canada de François-Xavier Garneau, historien du 19 ^e siècle	22,620
Recherche sur les collectivités des provinces des Prairies et sur leur rôle dans le développement du pays	13,550

15

L'INNOVATION INDUSTRIELLE: LES OBJECTIFS ET L'ENVIRONNEMENT PRIVÉ

Au Chapitre 11, nous avons décrit le potentiel formidable de la science et de la technologie quand il s'agit d'améliorer notre bien-être et de rehausser la qualité de la vie au Canada. Nous avons également souligné que les pays industrialisés les plus avancés, notamment le Canada, étaient tombés dans une spirale de croissance économique durant leur course vers l'abondance et étaient quelque peu en proie au danger d'imposer un trop lourd fardeau à l'environnement naturel. Par conséquent, l'orientation de notre avenir est un dilemme. Évidemment nous aurons à nous appliquer plus que par le passé à surmonter nos problèmes sociaux et écologiques. Il est également manifeste que l'aptitude à continuer cet effort dépendra du maintien de la vigueur de notre économie.

A certains égards, la situation ressemble à un scénario d'abord présenté en 1833 par un mathématicien amateur du nom de William Forster Lloyd dans un opuscule peu connu intitulé *Two Lectures on the Checks to Population*. Un admirateur de cette fable, Garrett Hardin, l'a résumée ainsi :

La tragédie de la commune se déroule de cette façon. Représentez-vous un pâturage ouvert à tous. . . . En tant qu'être rationnel, chaque bouvier cherche à porter son gain au maximum. Explicitement ou implicitement, plus ou moins consciemment, il se demande: «Quelle est l'utilité *pour moi* d'ajouter un animal à mon troupeau?» Cette utilité a une composante négative et une composante positive.

- 1) La composante positive est fonction de la plus-value d'un animal. Comme le bouvier reçoit tout le produit de la vente de l'animal additionnel, l'utilité positive est d'à peu près $+ 1$.

2) La composante négative est fonction des besoins supplémentaires de pâturage créés par un animal de plus. Cependant, vu que les effets des besoins de pâturage sont partagés par tous les bouviers, l'utilité négative pour tout bouvier particulier qui prend une décision n'est qu'une fraction de -1 .

En faisant la somme des utilités partielles à composantes, le bouvier rationnel conclut que pour lui le seul parti sensé à prendre est d'ajouter un autre animal à son troupeau. Et un autre; et un autre. . . . Mais c'est la conclusion que tire tout bouvier rationnel qui partage une commune. C'est là que réside la tragédie. Chaque homme est *prisonnier* d'un système qui le force à accroître son troupeau sans limite—dans un monde qui est limité. La ruine est la destination vers laquelle tous les hommes se précipitent, chacun recherchant son propre intérêt bien compris dans une société qui croit en la liberté de la commune. *La liberté dans une commune entraîne la ruine pour tous.*¹ [Les soulignés sont de nous]

Il est possible de considérer les pays avancés comme des «prisonniers d'un système» qui les force à maintenir une croissance économique «sans limite—dans un monde qui est limité.» Le risque d'apporter «la ruine à tous» est la perspective hallucinante qui plane actuellement au-dessus des pays industrialisés avancés.

Mais naturellement la fable de Lloyd n'est encore qu'une fable. Insister sur un arrêt immédiat de la croissance économique, même si c'était possible, serait vivre selon des idées extrémistes en vogue plutôt que selon des conceptions rationnelles. Il se peut qu'avec le temps nous nous rapprochions de la croissance économique zéro, tout comme le reste du monde développé. Entre-temps il nous faut favoriser au moins une croissance économique égale même si nous devons aussi déployer plus d'effort qu'auparavant pour minimiser son incidence négative sur l'environnement et la qualité de la vie dans nos grandes communautés urbaines.

Si nous examinons alors comment nous pourrions accroître notre économie dans les années 1970, il nous faut admettre que celle-ci est fondée sur un riche patrimoine en ressources, sur une industrie manufacturière relativement raffinée et sur un secteur tertiaire ou de services à croissance rapide, qui emploie plus de 60 pour cent de la population active.

L'expansion sensationnelle de la contribution de l'industrie des services à l'emploi et au produit national brut a porté certaines gens à croire que les services vont indépendamment accroître l'économie pendant une période indéfinie. Maintenant on dit couramment, par exemple, que l'économie est devenue post-industrielle. Il est tout à fait vrai que le secteur gouverne-

mental peut jouer un rôle dynamique pendant un certain temps, mais la plupart des autres services sont principalement influencés par la croissance des secteurs primaire et secondaire de l'économie. Le pays ne saurait fonder sa stratégie de croissance à long terme sur les services en tant que premiers moteurs, bien qu'on puisse s'attendre à leur expansion continue si d'autres facteurs dynamiques sont à l'œuvre pour la soutenir.

La contribution directe que les industries primaires, comme l'industrie minière, apportent à la croissance globale et à l'emploi est sensiblement plus faible que l'apport de l'industrie secondaire par dollar d'investissement, en raison notamment du fait que les industries primaires exigent généralement plus de capitaux. L'incidence indirecte—c'est-à-dire l'effet sur la formation des capitaux et, par conséquent, sur la valeur nette de la production et de l'emploi—des industries orientées vers les ressources sur d'autres secteurs, principalement sur les services généraux et les services publics, est également plus faible que celle de la fabrication.

Richard E. Caves et Grant L. Reuber ont étudié les répercussions secondaires de l'investissement étranger et conclu que «... un dollar d'investissement direct est typiquement associé à plus d'un dollar de formation de capital canadien, soit généralement entre \$1.50 et \$3.00.» Ils observèrent également, entre autres choses, que l'investissement complémentaire tend à être élevé—c'est-à-dire d'environ \$3.00—«lorsque l'investissement étranger est dirigé vers la fabrication secondaire canadienne, mais faible (c'est-à-dire plus près de \$1.50) lorsqu'il est orienté vers le pétrole et les mines.»²

Il n'y a aucune raison apparente pour laquelle cet effet ne devrait pas également se produire dans l'investissement direct net d'origine nationale. Nous concluons que, toutes choses étant égales, l'investissement complémentaire engendré dans les industries de services commerciaux et dans les entreprises de service public par dollar supplémentaire investi dans la fabrication secondaire est d'environ \$3.00, soit deux fois plus que l'investissement engendré par les industries extractives.

Voilà pourquoi dans le présent chapitre et dans les deux chapitres suivants, où nous traitons de l'innovation industrielle, nous mettons l'accent d'abord sur le secteur de la fabrication et, en second lieu, sur les industries orientées vers les ressources. Il ne s'ensuit pas qu'on peut se dispenser d'innover dans le secteur des services et, en fait, dans un volume subséquent nous en aurons long à dire sur le processus de l'innovation dans les systèmes sociaux canadiens.

Nous avons décidé de concentrer notre attention sur les innovations technologiques en tant que source de croissance économique et d'emploi. Bien

que nous utilisons le mot *technologie* dans son sens le plus large («l'organisation des connaissances pour l'accomplissement des fins pratiques,» selon la définition d'Emmanuel G. Mesthene), nous admettons que les innovations non technologiques peuvent également être très utiles. A vrai dire, lorsque nous envisageons le climat privé et gouvernemental pour la croissance économique, nous suggérons un certain nombre d'innovations non technologiques dont le Canada a un urgent besoin.

Depuis 1969, le climat externe et interne sous lequel évoluent les industries manufacturières secondaires s'est détérioré sérieusement. La perte du tarif de faveur du Commonwealth et l'entrée de la Grande-Bretagne dans le Marché commun européen auront une incidence négative sur les ventes canadiennes outre-mer. De même, l'apparition récente du protectionnisme aux États-Unis, qui s'est manifestée dans les surtaxes à l'importation et dans l'établissement imminent de la U.S. Domestic International Sales Corporation (DISC) exempte d'impôt, pourrait gravement restreindre l'exportation des produits fabriqués au Canada vers l'important marché que sont les États-Unis.

Nous espérons que ces restrictions ne seront que temporaires. Nous ne pouvons croire que le monde, et les Américains en particulier, ont oublié la leçon des années 1930 au cours desquelles la montée du protectionnisme et les guerres commerciales internationales subséquentes bouleversèrent les conditions économiques dans le monde entier. Il y a des remèdes plus positifs à la crise du dollar américain que l'imposition de barrières douanières. D'autre part, il ne fait aucun doute que le commerce mondial entre dans une nouvelle ère et qu'au cours des années 1970 on assistera à un réalignement des débouchés commerciaux traditionnels qui pourrait bien être moins favorable aux intérêts canadiens.

Des faiblesses d'origine canadienne se manifestent également. L'érosion graduelle de la protection douanière, qui a été acceptée par les gouvernements canadiens comme l'un des coûts de l'obtention d'un accès plus facile aux marchés mondiaux pour nos produits primaires et pour nos industries basées sur les ressources, a contribué à l'affaiblissement graduel de l'industrie manufacturière secondaire. Y ont aussi contribué les coûts croissants, la fragmentation industrielle et la confiance en la technologie importée. L'exploitation de nos ressources hydrauliques les plus économiques, qui fut un facteur stratégique dans l'emplacement des industries, est révolue. Une partie de l'industrie des pâtes et papiers connaît des difficultés structurales tandis qu'elle subit une concurrence plus vive sur les marchés mondiaux, et

cette industrie n'est pas la seule à connaître des difficultés, selon les témoignages recueillis par le Comité (voir le Chapitre 9, Volume 1). Ces témoignages indiquent que l'économie canadienne sera en butte à de nouvelles difficultés dans les années 1970 si nous ne réussissons pas sous peu à mettre au point une nouvelle politique industrielle fondée sur une stratégie de la technologie plus dynamique et plus cohérente.

Depuis le début de la seconde grande révolution technologique au début des années 1900, le Canada et ses gouvernements ont adopté une stratégie passive basée sur la technologie importée et sensible principalement à la demande externe croissante dont nos ressources naturelles et nos produits primaires abondants sont l'objet. Il est de plus en plus clair que cette politique d'épuisement de notre avoir en ressources pour des rendements économiques minimaux deviendra de plus en plus insoutenable à l'avenir. Les exportations de matières premières n'ont pas un grand effet multiplicateur, particulièrement en ce qui a trait aux occasions d'emploi.

L'offre et la demande mondiale dans ce secteur au cours des années 1970 sera encore plus ou moins en équilibre, que la contribution canadienne s'accroisse ou non. La plupart des autres grands fournisseurs de matières premières industrielles et d'autres produits primaires n'ont pas le choix, du moins dans l'avenir immédiat: ils doivent continuer à exporter ces produits afin de prendre de l'expansion, parce qu'il leur manque une base industrielle et technologique suffisamment large et développée. Au Canada, cependant, nous avons cette assise que nous pourrions encore agrandir et renforcer si nous utilisons la stratégie appropriée.

Mais plusieurs experts s'accordent à reconnaître que dans les années 1980 le monde s'acheminera rapidement vers un état permanent de pénurie des ressources tant renouvelables que non renouvelables.³ Nous avons montré au Chapitre 11 que depuis le début des années 1800 l'humanité a vécu dans une période décrite avec justesse comme étant «l'ère exponentielle», qui amènera presque inévitablement les gens à se rendre compte que les ressources de la nature sont limitées. Le System Dynamics Group au MIT a accumulé un imposant faisceau de preuves qui indique que nous approchons du point d'épuisement.⁴ Le groupe a calculé (colonne 3, tableau 17) la durée des réserves actuellement connues d'un certain nombre d'importantes ressources minérales, compte tenu du taux projeté d'augmentation dans leur utilisation durant la période comprise entre 1970 et l'an 2000. Ces chiffres sont comparés avec ceux qui servent normalement à mesurer les futures disponibilités en ressources, et ils ne supposent aucun changement dans le taux courant d'utilisation (colonne 1).

Tableau 17—Épuisement projeté des ressources minérales mondiales

Ressource	Indice statique	Taux projeté de croissance de l'utilisation 1970-2000	Indice exponentiel
Aluminium (bauxite).....	100 ans	6.4%/an	34 ans
Chrome.....	420	2.6	95
Charbon.....	2300	4.1	111
Cobalt.....	110	1.5	60
Cuivre.....	36	4.6	21
Or.....	11	4.1	9
Fer.....	240	1.8	93
Plomb.....	26	2.0	21
Manganèse.....	97	2.9	46
Mercure.....	13	2.6	13
Molybdène.....	79	4.5	34
Gaz naturel.....	38	4.7	22
Nickel.....	151	3.4	53
Pétrole.....	31	3.9	20
Platine.....	130	3.8	47
Argent.....	16	2.7	13
Étain.....	17	1.1	15
Tungstène.....	40	2.5	28
Zinc.....	23	2.9	18

SOURCE: Ces prévisions ont été extraites par le System Dynamics Group du M.I.T. de *Mineral Facts and Problems*, publié par le ministère de l'Intérieur des États-Unis, Imprimerie du Gouvernement des États-Unis, Washington, D.C., 1970.

Lorsqu'on tient compte du taux d'augmentation de l'utilisation, nous constatons que les prévisions traditionnelles peuvent créer un faux sens de la sécurité et que les taux de croissance exponentiels continus impliquent des conséquences sérieuses. Cette perspective pessimiste fut confirmée récemment par le Petroleum Press Service:

Bien qu'une véritable pénurie de pétrole soit improbable même au-delà des années 1970, l'ère d'un énorme surplus potentiel qui menaçait continuellement la structure des prix—le marché favorable aux acheteurs des années 1960—est révolue. Sur un marché favorable à long terme aux vendeurs, il se peut que les gouvernements des pays producteurs de pétrole forment de nouvelles exigences.⁵

Aux États-Unis, le problème de l'épuisement du minerai fut récemment mis en évidence par Hollis M. Dole, secrétaire adjoint de l'Intérieur, qui fit remarquer que «les gisements de minerai à haute teneur faciles d'accès ont connu ou connaissent un épuisement rapide . . .»⁶ Il a dit qu'une grave pénurie de matières premières se produirait dans les futures décennies. Un facteur de cette pénurie, a-t-il soutenu, était le manque de technologie

assurant l'extraction profitable des minerais à faible teneur. John McHale se préoccupe également de ce problème et a récemment présenté de façon assez détaillée un exposé documenté sur des pénuries possibles de ressources minérales.⁷

L'accumulation rapide des preuves de pénuries croissantes, jointe aux spirales économique et démographique notées précédemment, a porté M. King Hubbert à émettre la conclusion suivante:

Il semble maintenant que la période de croissance rapide de la population et de l'industrie qui dure depuis quelques siècles, au lieu de constituer l'ordre normal des choses et d'être en mesure de se prolonger dans un avenir indéfini, est effectivement l'une des phases les plus anormales de l'histoire de l'humanité. Elle ne représente qu'un bref épisode transitoire entre deux périodes beaucoup plus longues, chacune étant caractérisée par des taux de changement si lents qu'il faut la considérer essentiellement comme une période de non croissance.⁸

Dans ce contexte, la stratégie économique classique du Canada, qui consiste à encourager l'exploitation rapide de nos ressources naturelles et à accroître les exportations de matières premières, paraît tout à fait déraisonnable. Si nous devons conserver ces ressources sans nous soucier des autres pays qui épuisent les leurs, nous récolterions de bien plus gros bénéfices à l'avenir. On a insinué que cette attitude pourrait bien n'être pas bénéfique en fin de compte parce que nous aurions mis au point une technologie nouvelle à temps pour l'exploitation économique des ressources de qualité médiocre qui subsisteront alors dans la plupart des pays. Cependant, même dans ce cas, le coût de l'exploitation des minerais de qualité médiocre va sûrement dépasser celui de l'exploitation des riches gisements. Et il n'est pas certain que cette technologie hypothétique soit un jour mise au point.

Si ces rapports sur le taux rapide d'épuisement des ressources mondiales s'avèrent corrects, le Canada devrait établir une stratégie souple en vue de l'utilisation de ses propres ressources, à la lumière de ses propres réserves comparées aux approvisionnements et aux besoins futurs de l'univers. Cette approche pourrait signifier, par exemple, que nous devrions exporter autant de charbon que nous le pouvons, mais que nous devrions réviser plus attentivement le taux d'exploitation du plomb, du zinc et du gaz naturel. Une proposition aussi sélective ralentirait indubitablement le taux d'augmentation de l'exploitation de plusieurs de nos ressources naturelles.

Si alors nous prenons, comme nous devrions le faire, la décision nationale, de réduire le taux d'augmentation de l'exploitation des ressources jusqu'à ce que nous soyons en position plus solide pour négocier sur les marchés mondiaux, et si nous voulons continuer à améliorer notre niveau de vie

et à produire plus d'occasions d'emploi, nous devons réorienter les objectifs et la stratégie économiques de notre pays. Il nous faudra construire de nouveaux secteurs aux avantages comparables, mettre l'accent sur les industries manufacturières, et élaborer une stratégie technologique dynamique pour favoriser les innovations économiques et sociales. (Étant donné les faiblesses inhérentes du secteur manufacturier de l'économie canadienne, ce changement d'insistance est essentiel même si nous continuons à accroître le taux auquel nous exploitons nos ressources.) Le Canada a besoin d'une nouvelle politique nationale adaptée à l'environnement mondial des prochaines décennies. Pour la première fois de notre histoire économique, il nous faut devenir une nation innovatrice.

Dans sa récente étude sur le rendement en innovation de l'industrie canadienne,⁹ le Conseil des sciences du Canada identifiait la stagnation naissante de l'industrie manufacturière canadienne en termes de production, d'emploi et de rentabilité. Le Comité entendit les mêmes commentaires plusieurs fois à ses propres audiences. Cette condition se reflète directement dans la baisse des dépenses de R-D de l'industrie en 1970 en dépit de stimulants fiscaux plus généreux accordés par le gouvernement fédéral.

Le problème saillant de l'industrie manufacturière canadienne est son développement «rabougri»; il est limité à l'échelle du marché canadien et il est excessivement tributaire de la technologie importée. La concentration croissante du pouvoir industriel aux mains de sociétés multinationales étrangères pourrait sérieusement restreindre l'expansion de l'industrie établie au Canada.

La crise actuelle peut avoir pour effet bénéfique de nous ouvrir les yeux à nous tous sur ces difficultés inhérentes et de nous forcer à prendre des mesures efficaces pour les surmonter avant qu'il soit trop tard. Pour être viable à long terme l'industrie manufacturière canadienne aura à faire face au raffinement progressif des produits, à l'automatisation de la production, à la diminution de la protection tarifaire et à une concurrence de plus en plus vive sur les marchés tant nationaux qu'internationaux. Et cette concurrence n'est pas toujours un concours de prix. De plus en plus, c'est une bataille d'innovation dans laquelle la supériorité technique est une arme primordiale. Même dans le cas des produits dits «de basse technologie», les innovations visant à réduire le prix de revient et à améliorer le modèle peuvent être très importantes. Aucune firme ou nation ne détiendra vraisemblablement dans ce domaine un monopole inhérent ou permanent, et la prédominance ne saurait s'établir que par la spécialisation et par le déploiement d'un effort continu pour demeurer en tête.

Au Chapitre 12 nous avons décrit la théorie du cycle des produits de Vernon qui indique comment même les petites nations industrielles pourraient exploiter «l'avantage dynamique comparatif» découlant de l'innovation technologique en dépit de l'inconvénient d'un petit marché intérieur. J. L. Orr a montré comment le Canada, comme certaines autres nations, pourrait recourir à l'innovation technologique en vue de promouvoir la spécialisation, de réaliser la conquête du marché et de créer ainsi une industrie manufacturière viable et compétitive.¹⁰

Au Canada, on peut favoriser des industries orientées vers la technologie, sur le modèle des entreprises japonaises, suédoises, hollandaises et suisses qui sont capables de livrer concurrence dans la ligue du commerce mondial. Malheureusement, l'industrie canadienne n'a pas encore manifesté beaucoup d'intérêt pour cette possibilité, en raison de déficiences qui apparaissent et dans la structure et dans l'environnement.

Le Comité croit fermement que la mise au point de nouveaux produits et procédés offre un moyen des plus prometteur et des plus pratique d'accroître l'emploi, de relever la productivité et la rentabilité, d'élargir les marchés d'exportation et, d'une façon générale, de tirer parti de tout le potentiel économique de notre industrie manufacturière. Par conséquent, la promotion de l'innovation technologique dans l'industrie manufacturière devrait devenir un objectif majeur de la politique gouvernementale. A cette fin, le besoin d'investissements substantiels s'accroît à mesure que l'allure de la course technologique internationale s'accélère et que s'érodent progressivement les avantages traditionnels sur lesquels ce secteur de l'économie canadienne reposait dans le passé. Ces investissements exigeront une transformation de la structure des industries et du rôle de la communauté financière.

Dans le présent chapitre, nous examinons le rapport qui existe entre la croissance économique et l'innovation technologique et le rôle de la R - D dans le processus de l'innovation. Nous proposons un objectif spécifique à la R - D industrielle afin de corriger la faiblesse innovatrice actuelle de l'industrie canadienne. Nous étudions l'environnement privé actuel de l'innovation industrielle et nous formulons des recommandations concrètes pour l'améliorer.

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE

Durant les années 1960, nous avons consacré un effort considérable à mieux comprendre la nature du changement technologique et son rapport avec la croissance économique. Nous sommes devenus conscients de la très

vaste constellation de facteurs sous-jacents du processus de croissance économique, dont plusieurs se rattachent à la technologie. Pour les pays industrialisés, une partie de la croissance du volume total de la production vient évidemment de l'augmentation de la pure *quantité* matérielle des ressources mises en œuvre—de l'accroissement de la population active et du capital employé. Mais il est également manifeste qu'une bonne part de la croissance des économies occidentales provient d'améliorations dans la *qualité* des ressources utilisées, telles qu'un équipement de production technologiquement avancé et un plus haut degré d'éducation chez les effectifs ouvriers. De plus, il y a eu de fortes augmentations dans l'*efficacité* avec laquelle on a utilisé ces ressources, par exemple, grâce à la réaffectation d'hommes et de capitaux à des genres d'activité plus productifs, grâce aussi à des économies de dimension et à la spécialisation.

Si l'on envisage le monde occidental dans son ensemble, il ressort qu'une proportion se situant entre les deux cinquièmes et les trois quarts de toute la croissance économique—et variant d'un pays à l'autre—résulte d'améliorations de la qualité et de facteurs d'efficacité, c'est-à-dire de sources autres que le simple accroissement de la main-d'œuvre, du capital et des autres éléments de la production.¹¹ . . . Il est manifeste qu'une large part de cette augmentation de la qualité des ressources productives et de l'efficacité de leur utilisation est reliée à la technologie; mais nous ne saurions en aucune façon préciser ces données. Nous n'avons toutefois pas besoin de mesures exactes pour savoir que le processus de l'innovation est le pont central qui relie les connaissances techniques et scientifiques à la production et à l'utilisation. Parmi les observateurs experts qui ont fait ressortir ce point se trouve Sir Alec Cairncross, de l'Université d'Oxford: il affirme avec insistance que « . . . le changement technologique a été le grand ressort du progrès économique et social au cours des deux derniers siècles, et . . . qu'il demeure la principale source de notre opulence croissante. »¹²

Dans sa cinquième revue annuelle, le Conseil économique du Canada insiste fortement sur le processus de l'innovation, grâce auquel les connaissances scientifiques et technologiques sont transposées dans la production et l'utilisation. Voici, en partie, ce qu'il en dit:

Alors que la recherche et le développement visent essentiellement l'invention—soit la découverte et le développement initial d'une idée—l'innovation dépend avant tout de l'entrepreneur à qui il incombe de prendre les décisions et d'assumer les risques nécessaires à la mise en œuvre de l'idée ou des résultats de la recherche et du développement, c'est-à-dire de tout ce processus qui comprend les études techniques, le dessin industriel, le financement, la production et la

commercialisation. *Ainsi, en soi, la recherche et le développement peuvent ne rien contribuer à la croissance économique. C'est le processus d'innovation—qui s'amorce dès que la direction décide de passer de la recherche et du développement aux études techniques, aux travaux de dessin industriel et aux autres stades subséquents—qui engendre des produits, des procédés et des services nouveaux et qui contribue à la croissance.*¹³

Le Conseil des sciences a également affirmé avec insistance que le processus de l'innovation est le maillon critique menant à l'application efficace des connaissances scientifiques et technologiques:

... l'application des sciences et de la technologie contribuera largement à la solution des problèmes sociaux et économiques qui se posent au Canada, et qu'ainsi elle participera à la réalisation des objectifs de la nation; pour y parvenir, des changements seront nécessaires. En particulier, on devra accorder plus d'importance aux travaux de développement technique et de mise au point des innovations, c'est-à-dire à l'utilisation des sciences et de la technologie pour l'élaboration de techniques ou de produits, nouveaux ou améliorés, et accomplir une plus forte proportion des travaux de recherche et de développement technique près de l'endroit où l'innovation sera mise au point.¹⁴

De l'accent mis par ces deux conseils et d'autres sur le processus de l'innovation, on pourrait déduire que les travaux de R - D ne sont pas aussi importants, surtout vu que la majeure partie de la technologie productive dont se sert le Canada est, en fait, importée. Le Conseil économique lui-même concluait toutefois que «le Canada ne peut compter exclusivement sur l'importation des connaissances technologiques; il lui faut intensifier ses propres efforts dans ce domaine.»¹⁵ Il fait valoir trois arguments en faveur d'un redoublement de nos efforts d'innovation nationale: il est nécessaire si nous voulons garder chez nous nos propres scientifiques et ingénieurs, si nous désirons dominer un secteur quelconque de l'industrie moderne fondée sur la science et si nous voulons participer au premier rang des secteurs du commerce mondial qui se développent le plus rapidement.

Donc, l'innovation technologique est reconnue comme une importante cause déterminante de la croissance économique—et à vrai dire l'histoire entière de la croissance des nations industrialisées en témoigne—et on est largement d'accord que la faible capacité innovatrice de l'industrie canadienne (*décrite au Chapitre 6, Volume 1*) a besoin d'être radicalement améliorée si l'économie canadienne veut croître au taux désiré et si on doit moins se reposer sur les exportations de matières premières et de produits primaires pour atteindre ce but.

Même lorsque le Canada connaîtra, un jour, une condition d'équilibre ou de faible croissance—la condition de «croissance zéro» mentionnée au chapitre 11—il y aura encore un besoin d'innovation considérable. Le directeur d'une firme technologiquement avancée disait récemment que «la croissance zéro ne signifie pas l'innovation zéro»¹⁶ et un autre participant à cet atelier fit mention d'un établissement manufacturier qui était contraint de fonctionner dans des conditions de croissance zéro: «Nous nous sommes rendus compte que pour exploiter cette usine à croissance zéro, il fallait une direction beaucoup plus innovatrice que celle des usines dont la croissance est normale.»¹⁷

Dans toute la gamme des dépenses d'investissement, les fonds affectés à l'innovation technologique peuvent avoir le plus fort effet multiplicateur sur la croissance économique et le niveau de vie. L'effet multiplicateur technologique direct est puissant parce que le pays innovateur jouit généralement d'un marché favorable aux vendeurs pendant quelques années au cours desquelles il peut porter ses exportations à un niveau assez élevé et consolider sa position au moment où la concurrence surgit par l'imitation ou par l'octroi de licences à des producteurs d'autres pays. Qui plus est, l'investissement dans les innovations a un puissant effet technologique indirect dans d'autres entreprises et secteurs. Le professeur James B. Quinn, du Collège de Dartmouth, a ainsi résumé ce point:

... en stimulant la croissance à long terme, les décisionnaires doivent reconnaître que le moteur n'est pas l'investissement en soi, mais le multiplicateur technologique que l'innovation peut créer; (1) en accroissant la productivité ou la valeur ajoutée du secteur où elle est employée; (2) en abaissant les coûts de ceux qui utilisent la production de ce secteur et en libérant leurs ressources à d'autres fins utiles, et (3) en favorisant des «innovations qui se prêtent au développement» dans les services de clients, de fournisseurs ou autres qui sont fonctionnellement concurrentiels.¹⁸

L'évolution et l'exploitation d'une forte capacité nationale d'innovation dépend dans une large mesure d'un niveau suffisant de travaux nationaux de R - D efficacement administrés (concentrés principalement dans l'industrie), complété par un système efficace d'écoute branché sur le progrès technique à l'étranger et sur les prévisions technologiques.

R - D ET CROISSANCE INDUSTRIELLES

Plusieurs études ont été effectuées depuis quelques années (principalement aux États-Unis) sur les rapports entre la R - D menant aux innovations économiques et les divers indicateurs de la croissance industrielle. L'une des ana-

lyses récentes les plus complètes de ces études est l'œuvre de William N. Leonard, professeur de sciences économiques à l'Université Hofstra, qui conclut:

L'intensité de la recherche, mesurée par les dépenses en R - D des compagnies, est en étroit rapport avec les taux d'accroissement des ventes, de l'actif, du revenu net et d'autres facteurs variables de seize industries exécutant presque toutes des opérations manufacturières. Le rapport se manifeste deux ans après les dépenses en R - D et s'accroît par la suite.¹⁹

D'autres conclusions dans l'article de Leonard méritent d'être citées:

Les efforts d'estimation du taux de rendement de l'investissement (privé et public) en R - D, bien que rudimentaires, ont donné des chiffres d'une ampleur impressionnante, indiquant que d'importantes économies tant internes qu'externes résultent de l'investissement.²⁰

Une hypothèse de rechange voulant que la causalité passe de la croissance de la production industrielle à l'intensité de la recherche mesurée par les fonds ou les effectifs de la compagnie ne put être soutenue. . . . L'analyse confirma l'influence importante de l'intensité de la R - D, mesurée par les fonds de la compagnie ou par des scientifiques et des ingénieurs financés par la compagnie, sur le taux de croissance de production réelle.²¹

Ces constatations, fondées sur de nombreuses observations empiriques et passées en revue par des experts aussi bien connus que Edward F. Denison, Robert J. Gordon, Edwin Mansfield, Howard Kitt, Thomas J. Hogan et Marcel Tenenbaum, confirment catégoriquement qu'au moins aux États-Unis, les travaux internes de R - D menant à des innovations technologiques orientées vers le marché sont une importante source d'expansion et de rentabilité pour les firmes individuelles et, par conséquent, de croissance économique nationale, lorsqu'ils sont efficacement organisés.

Il faut toutefois admettre qu'il y a des substituts à la R - D nationale visant à l'invention et à l'innovation originale, à savoir la transformation rapide de la technologie importée en innovations et l'utilisation de la R - D pour l'amélioration des inventions déjà faites ailleurs — c'est-à-dire la recherche et le développement à l'appui d'une stratégie d'absorption. Le professeur Quinn décrit l'expérience japonaise, qui a été très fructueuse à cet égard:

Des équipes de chefs d'entreprise et d'ingénieurs japonais ont été envoyées—grâce à l'appui combiné des compagnies et du gouvernement—dans le monde entier pour visiter les usines les plus avancées dans leurs domaines. Ces voyageurs avisés, équipés de caméras et assistés d'interprètes, étudient à fond les techniques de production et de gestion de leurs hôtes. Ils sont à la recherche de techniques non sujettes à des droits de propriété qui peuvent être adaptées

à leurs propres régimes de coût unique et de production, à leurs installations et à leur organisation. De plus, ils recherchent des connaissances sujettes à des droits de propriété qu'ils peuvent acquérir en vertu d'un accord pour l'octroi d'une licence.

Si on désire une licence, il est probable qu'une négociation compliquée s'en suivra. Les concédants de licences prétendent qu'ils doivent d'abord franchir plusieurs niveaux de dure négociation à l'intérieur de la compagnie japonaise en quête d'une licence. Puis l'entente régissant la licence doit être approuvée par le ministère du Commerce international et de l'Industrie (M.C.I.I.). Le ministère, qui doit approuver toutes les ententes en matière de technologie entre les compagnies japonaises et les étrangers, est également, à ce qu'on raconte, un dur négociateur dans l'intérêt de la compagnie. Les représentants de titulaires de brevets à l'étranger rapportent que «les négociations peuvent durer des mois, mais que, une fois l'approbation donnée, les choses vont rondement. Les paiements sont toujours effectués à temps. Et toutes les conditions du contrat sont honorées méticuleusement.»

Les compagnies japonaises—à la différence de celles de plusieurs pays—ne se sont pas soucies du prétendu «prestige» de l'invention interne. Plusieurs compagnies internationales comptant des détenteurs de licences japonais rapportent que ceux-ci adoptent activement la technologie acquise. (Selon des rapports, d'autres nationalités obtiennent fréquemment des licences pour avoir accès à la technologie, mais conçoivent essentiellement leurs propres moyens de mettre en œuvre la technologie faisant l'objet de la licence.) Cette chasse vigoureuse à la technologie étrangère et son utilisation ont très bien servi les intérêts des Japonais. Bien que le Japon ait appliqué des politiques très restrictives en matière de propriété étrangère des entreprises japonaises, il a réussi à obtenir la technologie étrangère dont il avait besoin pour son essor récent remarquable. Par ricochet, le taux de formation du capital et l'accumulation de talents découlant de cette technologie offrent maintenant au Japon un tremplin pour effectuer lui-même plus de recherche et de développement et pour exporter ses propres inventions dans des domaines où il était jusqu'ici un franc importateur de technologie.²²

Cela revient à dire qu'il est nécessaire d'avoir la capacité non seulement d'effectuer de la R – D menant à l'innovation, mais aussi de faire des innovations en appliquant la R – D à la technologie importée. Sir Alec Cairncross a récemment fait ressortir ce point: «Il est reconnu que la plupart des inventions sont d'origine étrangère. Aucun pays n'a besoin de se limiter à utiliser ses propres inventions vu qu'il peut obtenir des licences ou améliorer les inventions réalisées ailleurs.» Il en découle qu'aucun laboratoire industriel ne peut être isolé et indépendant. Ce point a été bien traité par le D^r D. A. Chisholm, président de Bell-Northern Research:

La fonction du laboratoire industriel est celle d'une machine à traiter l'information. Il groupe les données, il établit leur authenticité, il achève un paquet,

puis lui donne un nouveau format pour un utilisateur, une usine ou un client. Donc, comme un circuit, il a un courant d'information et chaque pièce doit être de l'impédance appropriée aux éléments adjacents.²³

En réalité, il y a une limite à l'importation de la technologie parce que celle-ci, à la différence du fonds commun de connaissances scientifiques, ne peut être puisée dans les publications et qu'elle n'est guère accessible par contacts personnels. Cela peut retarder l'innovation dans le pays qui importe la nouvelle technologie au point qu'elle peut arriver trop tard sur le marché. Les pays avancés sont plus conscients qu'auparavant du fait que le progrès technologique est un atout important dans la course commerciale internationale. Les Japonais eux-mêmes (selon leur Agence des Sciences et de la Technologie) s'aperçoivent que «... il devient de plus en plus difficile d'accéder à une excellente technologie... il est nécessaire de mettre au point notre propre technologie, qui est la base du pouvoir concurrentiel...»²⁴

Le Canada a également subi les limitations sérieuses d'innovations importées qui ne pouvaient être utilisées que dans les limites de son marché intérieur, comme l'a noté le professeur Harold Crookell.²⁵

L'innovation est le facteur dominant d'une stratégie de croissance et une trop grande dépendance à l'égard de l'importation est un piètre substitut, particulièrement si le marché intérieur est restreint ou insuffisamment protégé, ou les deux. Il peut être peu coûteux d'importer des inventions et de la nouvelle technologie pourvu qu'elles puissent être rapidement transformées par le pays importateur, et à cet égard le Canada devrait certainement être plus entreprenant. Mais il y a une limite à ce procédé, qui présentera moins d'occasions à mesure que la course technologique internationale s'accélénera. En dernière analyse, les dépenses de R - D nationale sont essentielles à la fois pour assimiler la technologie importée et pour soutenir une capacité d'innovation dynamique.

OBJECTIF DE LA R - D INDUSTRIELLE

Les comparaisons internationales que nous avons présentées au Chapitre 6 du 1^{er} volume montraient qu'en 1967 le Canada n'avait consacré que 39 pour cent de son effort national de R - D au développement technologique et que le secteur des entreprises commerciales n'avait exécuté que 38 pour cent de tous les travaux de recherche et de développement. Les comparaisons indiquaient que ces deux pourcentages étaient l'inverse de la pratique dans d'autres pays avancés. Elles révélaient également que le gouvernement cana-

dien n'avait financé que 18 pour cent du coût de la R – D industrielle effectuée par les entreprises, ce qui était une bien plus faible proportion que chez plusieurs autres nations avancées, notamment les États-Unis (53 pour cent), la France (42 pour cent) et la Grande-Bretagne (35 pour cent). Autre caractéristique de la scène canadienne, le secteur gouvernemental était un bien plus gros exécuter de travaux de R – D que dans la plupart des autres pays.

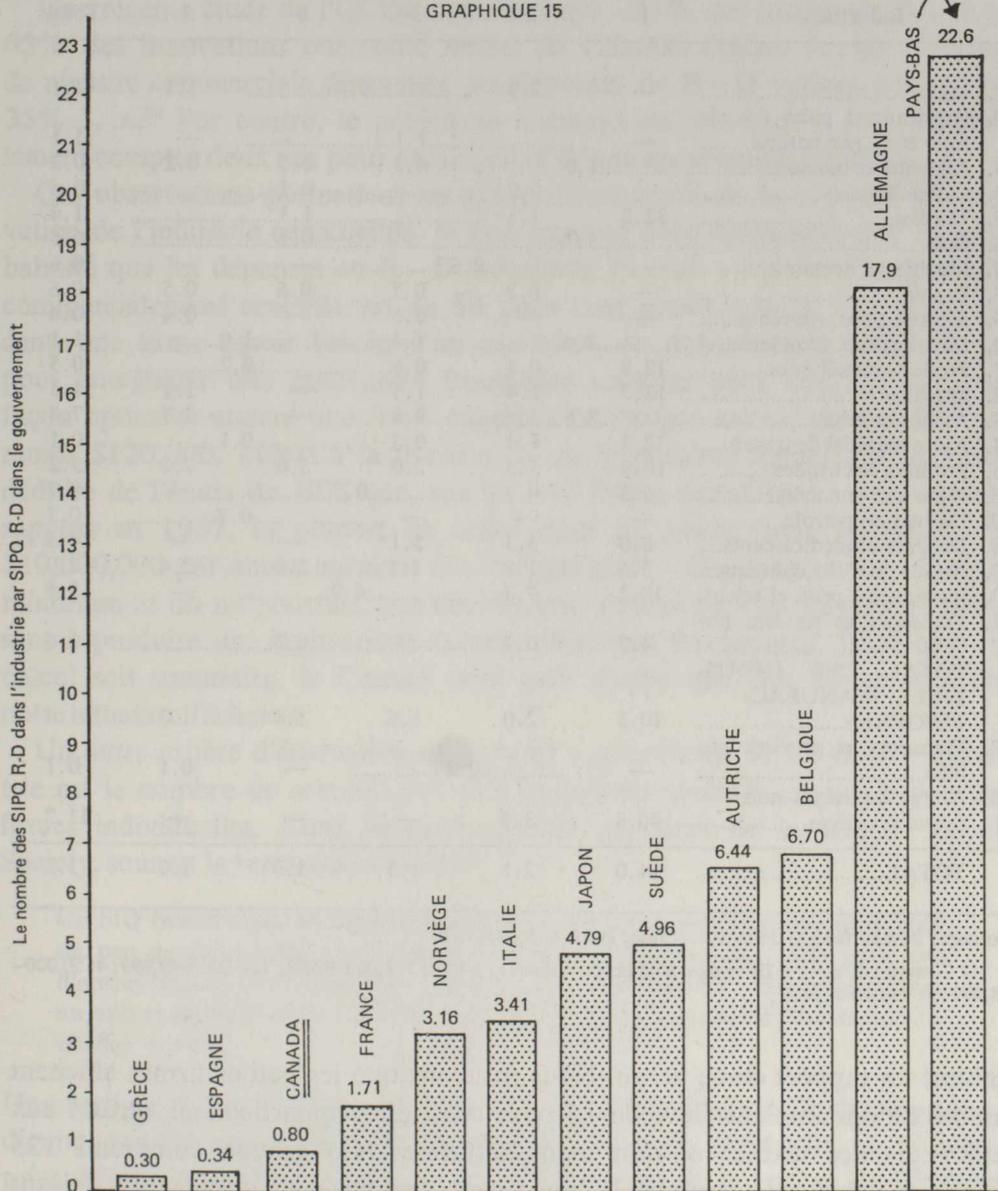
On trouve un déséquilibre semblable dans des comparaisons du nombre de gens travaillant à la recherche et au développement. Le rapport de l'OCDE indique que la capacité d'innovation du secteur industriel d'une nation est en fonction, non pas du nombre total de scientifiques et d'ingénieurs qualifiés (SIQ) s'occupant de R – D dans l'industrie, mais du nombre de SIQ *plus le personnel de soutien* (SIPQ). Les chiffres concernant le nombre total de SIPQ *effectuant de la R – D* au Canada montrent que le gouvernement canadien a un nombre de SIPQ élevé hors de toute proportion et, deuxièmement, que le nombre des SIPQ dans le secteur industriel est proportionnellement moins élevé que dans les secteurs industriels de certains autres pays.

Le premier point est illustré par le graphique 15, où l'on peut voir que pour chaque SIPQ effectuant de la R – D au sein du gouvernement canadien il y a moins d'un SIPQ effectuant de la R – D dans le secteur industriel. Par contraste, l'industrie allemande emploie 18 SIPQ contre un pour le gouvernement. Pour les Pays-Bas, le chiffre correspondant est 23; pour la Suède, cinq environ.

Le second point peut ressortir de comparaisons avec la Suède, la Belgique et les Pays-Bas. Bien que la population de la Suède n'équivaille qu'aux deux cinquièmes de la population canadienne, le nombre total des SIPQ effectuant de la R – D dans l'industrie suédoise est de 25 pour cent *plus élevé* qu'au Canada. Les SIPQ affectés à la R – D dans l'industrie des Pays-Bas, qui logent environ les trois cinquièmes de la population canadienne, l'emportent en nombre sur l'effectif canadien par près de deux contre un.

Une étude du D^r Peter Meyboom pour le compte du ministère des Finances,²⁶ fondée partiellement sur l'édition 1969 de l'annuaire des établissements de recherche au Canada publié par le ministère de l'Industrie et du Commerce, et un recensement de Statistique-Canada fournissent ensemble des mesures plus détaillées de la faiblesse de l'industrie canadienne dans l'exécution de travaux de R – D. Le tableau 18 montre l'intensité de la recherche mesurée par les dépenses en R – D par \$100 de ventes, par industrie et par groupe de volume de ventes en 1967, pour l'ensemble des 742 compagnies

GRAPHIQUE 15



Scientifiques, ingénieurs et personnel de soutien qualifiés (SIPO) effectuant de la recherche et du développement: une comparaison entre l'industrie et le gouvernement pour 1963-64.

SOURCE: Une étude des ressources consacrées à la recherche et au développement dans les pays membres de l'OCDE en 1963-64, volume II, OCDE, Paris, 1968, pp. 54-55.

Tableau 18—Intensité de la recherche mesurée par les dépenses en R-D par \$100 de ventes, par industrie et groupe de volume de ventes, 1967, pour 742 compagnies faisant rapport de dépenses en R-D

Industrie	Groupe de volume de vente ¹					Total
	1	2	3	4	5	
1. Mines.....	—	2.9	0.8	—	1.1	1.1
2. Fabrication: puits de pétrole et de gaz naturel.....	—	—	1.1	—	—	1.1
3. Aliments et boissons.....	1.0	—	0.3	0.3	0.2	0.3
4. Caoutchouc.....	—	0.9	—	0.5	—	0.6
5. Textiles.....	32.2	1.1	—	1.3	—	1.4
6. Bois.....	—	5.7	—	0.2	—	0.5
7. Meubles et accessoires.....	—	—	0.6	—	—	0.6
8. Papier.....	—	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6
9. Métaux prim. (ferreux).....	—	—	0.5	—	0.4	0.4
10. Métaux prim. (non ferreux).....	—	2.6	1.4	—	1.0	1.1
11. Produits métalliques.....	12.0	0.8	0.6	—	0.2	0.5
12. Machinerie.....	12.7	1.4	1.3	—	1.1	1.3
13. Avions et pièces.....	—	3.6	9.6	—	7.3	7.4
14. Autre matériel de transp.....	12.3	1.4	0.8	—	0.1	0.1
15. Produits électriques.....	10.8	3.5	2.0	5.0	7.1	5.2
16. Minéraux non métal.....	6.5	0.7	—	0.7	—	0.7
17. Dérivés du pétrole.....	—	—	—	—	0.7	0.7
18. Drogues et médicaments....	6.0	3.3	5.1	—	—	4.3
19. Autres produits chimiques.	5.6	1.8	1.3	2.0	2.4	2.0
20. Instruments prof. et scient.	10.2	7.3	—	4.9	—	5.5
21. Transport et services publics.....	4.2	0.7	—	0.5	—	0.6
TOTAL DES INDUSTRIES MANUFACTURIÈRES.....	10.5	2.0	1.6	1.4	1.2	1.4
22. Transport et services publics.....	—	—	0.2	—	0.1	0.1
23. Autres industries non manufacturières.....	46.8	3.6	—	—	—	11.2
TOTAL.....	14.0	2.1	1.5	1.3	1.0	1.2

SOURCE: Bureau fédéral de la Statistique: étude spéciale, 1970.

¹ Groupes de volume de ventes: milliers de dollars 1: 1-999; 2: 1,000-9,999; 3: 10,000-49,999; 4: 50,000-74,999; 5: 75,000 et plus.

faisant un rapport de ce genre. Nous trouvons que les petites firmes affichent un taux étonnamment élevé de 14 pour cent; elles appartiennent surtout aux industries des textiles et non manufacturières. Ce groupe comprend 125 firmes et représente environ 17 pour cent de toutes les compagnies faisant rapport de travaux de R-D. Le coefficient de tous les autres groupes varie en raison inverse du volume des ventes, de 2.1 à 1.0 pour cent. L'intensité moyenne de la recherche de toutes les firmes canadiennes exécutant des tra-

vaux de R - D n'a été que de 1.2 pour cent des ventes, comparativement à 4 pour cent des ventes (chiffres de 1967) pour l'industrie manufacturière des États-Unis.²⁷ En d'autres termes, les dépenses de l'industrie américaine sont plus de trois fois supérieures à celles de l'industrie canadienne.

Une récente étude de l'OCDE concluait que «73% des projets de R - D et 65% des innovations ont coûté moins de 120,000 dollars . . . les chances de réussite commerciale découlant des dépenses de R - D varient entre 8 et 35% . . .».²⁸ Par contre, le professeur Leonard est d'avis qu'il faut généralement compter deux ans pour qu'un projet donne ses premiers résultats.

Ces observations permettent un genre d'évaluation de la capacité d'innovation de l'industrie canadienne. Si l'on suppose avec optimisme que la probabilité que les dépenses en R - D entraînent la mise au point d'un produit commercialement rentable est de 50 pour cent plutôt que de 8 à 35 pour cent, une firme aurait besoin d'un minimum de deux projets «ordinaires» pour enregistrer une innovation fructueuse tous les deux ans, ce qui—de façon optimiste encore une fois—exigerait un budget annuel de R - D d'au moins \$120,000. Même à la lumière de ces hypothèses optimistes, on peut déduire de l'étude du BFS que, sur les 742 firmes canadiennes qui ont fait rapport en 1967, la plupart de celles dont les ventes sont inférieures à \$10,000,000 par année auraient des budgets de R - D inférieurs à ce niveau minimum et on ne pourrait, par conséquent, s'attendre à ce qu'elles réussissent à produire des innovations commercialement fructueuses. Bien que ce calcul soit sommaire, le Comité croit qu'il donne une très bonne idée de notre situation fâcheuse.

Un autre critère d'évaluation du volume approprié de R - D dans l'industrie est le nombre de scientifiques et d'ingénieurs qualifiés employés par les firmes individuelles. Lord Blackett, ancien président de la British Royal Society, soumet la remarque suivante:

Un SIQ (scientifique ou ingénieur qualifié) dans une firme peut être utile pour un peu de dépannage, pour lire la production courante, etc. mais pour peu d'autres choses. Une équipe de, mettons, 5 SIQ pourrait être considérée comme un minimum pour obtenir un effort productif de R - D, et aussi pour maintenir un bon moral.²⁹

Une analyse de l'importance des équipes de recherche dans l'industrie canadienne, fondée sur l'annuaire des établissements de recherche au Canada pour 1969, est exposée en détail au tableau 19.³⁰ Si le critère de Blackett (cinq SIQ) est accepté, 375 établissements, ou 57 pour cent de l'ensemble, étaient au-dessous de la masse critique. Un examen plus minutieux de l'annuaire révèle que 121 de ces firmes n'employaient que deux SIQ. Par ail-

Tableau 19—Nombre d'établissements de recherche industrielle employant le nombre indiqué de SIQ

Industrie	Nombre de SIQ par établissement					Total de l'établissement
	< 5	5-10	11-20	21-100	>100	
Mines.....	5	1	2	1	—	9
Fabrication: puits de pétrole et de gaz naturel	6	3	2	1	—	12
Aliments et boissons.....	35	15	4	1	—	55
Caoutchouc.....	6	5	2	1	—	14
Textiles.....	3	3	1	1	—	8
Bois.....	3	4	—	1	—	8
Meubles et accessoires.....	2	—	—	—	—	2
Papier.....	7	8	2	4	—	21
Métaux prim. (ferreux).....	3	1	2	3	—	9
Métaux prim. (non ferreux).....	8	5	5	3	—	21
Produits métalliques.....	24	4	2	—	1	31
Machinerie.....	48	13	1	3	—	65
Avions et pièces.....	3	1	2	3	2	10
Autre matériel de transport.....	5	2	1	—	—	8
Produits électriques.....	59	19	3	7	5	93
Prod. min. non métalliques.....	21	5	1	—	—	27
Dérivés du pétrole.....	4	1	4	2	—	11
Drogues et médicaments.....	15	10	3	2	1	31
Autres produits chimiques.....	54	30	9	13	—	106
Instruments scien. et prof.....	17	7	3	4	1	32
Autres ind. manufacturières.....	20	7	1	2	—	30
Transport et autres services publics.....	1	1	—	—	—	2
Autres ind. non manufacturières.....	26	19	5	5	—	55
Total des établissements.....	375	163	55	57	10	660
Pourcentage.....	57	24.5	8.5	8.5	1.5	100

SOURCE: Ministère de l'Industrie et du Commerce, 1969.
Annuaire des établissements de recherche au Canada.

leurs, les dix plus grandes compagnies employaient 28 pour cent de tous les SIQ engagés dans la R - D industrielle.

Par contraste avec les constatations de Leonard aux États-Unis, le professeur Steven Globerman, de l'Université de York, conclut son étude du rapport entre la recherche et le développement et l'expansion industrielle au Canada en déclarant:

Une étude de quatorze groupes industriels effectuant le gros de la R - D industrielle au Canada n'a pas réussi à produire la moindre preuve d'un rapport significatif entre l'intensité de la recherche d'une industrie et la croissance subséquente qu'elle éprouve.³¹

Quoique les conditions particulières de la période passée en revue, 1959-1961, aient pu influencer les constatations du professeur Globerman, sa conclusion peut bien rester valide quand même.

Aux États-Unis, l'attitude du monde des affaires ne semble pas être la même qu'au Canada. Des conclusions de Leonard il ressort que l'industrie américaine envisage les travaux de R – D comme un paramètre indépendant et comme une source dynamique de croissance économique et de rentabilité; et il en est probablement de même pour d'autres nations innovatrices. Par contraste, selon les témoignages présentés au Comité, plusieurs segments de l'industrie canadienne considèrent l'intensité de la recherche comme un facteur passif déterminé par le climat du développement économique et des ventes. Perçue dans ce contexte, la R – D tend à devenir résiduelle et à être un résultat de la croissance plutôt qu'une cause de croissance. Tandis que nous admettons que le pays a besoin d'un climat économique favorable pour innover, nous nous soucions du fait que l'industrie canadienne ne peut devenir aussi innovatrice qu'elle devrait l'être si elle attend que les ventes de ses séries d'articles traditionnelles augmentent avant de décider d'intensifier son effort de R – D et de mettre au point des procédés et des produits nouveaux.

Le professeur Globerman offre trois explications plausibles quant à la différence entre le Canada et les États-Unis dans le rapport qui existe entre la R – D industrielle et la croissance, et il trouve des preuves empiriques pour justifier au moins sa troisième hypothèse.

Tableau 20—Recensement sommaire des SIQ dans tous les groupes industriels

SIQ par firme	Nombre de firmes	%	Nombre de SIQ	%	Nombre moyen de SIQ
< 5.....	375	57	863	13	2
5-10.....	163	24.5	1092	16.5	7
11-20.....	55	8.5	801	12	15
21-100.....	57	8.5	2010	30	35
> 100.....	10	1.5	1904	28.5	190

SOURCE: Ministère de l'Industrie et du Commerce, 1969.
Annuaire des établissements de recherche au Canada.

L'échelle des dépenses constitue une différence frappante dans la nature de l'effort de R – D industrielle entre les deux pays. L'intensité de la recherche des industries canadiennes est presque toujours plus faible que celle des industries américaines. ... Ceci pourrait être significatif dans la mesure où le rapport

entre l'intensité de la recherche et la croissance n'est pas uniformément linéaire au-dessus de l'éventail des dépenses dans les deux pays. Une autre différence réside dans les sources du rendement en R-D. Au Canada, on exécute à l'extérieur de la firme utilisatrice un bien plus fort pourcentage de R-D industrielle qu'aux États-Unis. Les autres facteurs étant égaux, on s'attendrait à ce qu'un dollar de R-D dépensé à l'intérieur de l'entreprise soit plus productif qu'à l'extérieur de l'entreprise vu que la R-D effectuée *intra-muros* permet une coordination plus étroite entre le personnel affecté à la R-D, les surveillants de production et la direction.

Les effets de l'échelle de production sont reliés à l'efficacité de la R-D, et ils fournissent une solide explication *a priori* des raisons pour lesquelles le rapport observé entre la R-D et la croissance industrielle semble différer entre les États-Unis et le Canada.³²

Ces observations confirment les conclusions tirées précédemment de l'analyse de Meyboom. Les dépenses en R-D industrielle, comme plusieurs autres genres de dépenses, obéissent aux lois du rendement proportionnel et non proportionnel. Au-dessous d'un certain minimum, elles sont gaspillées en grande partie—si on s'attend à ce que leur utilité ne se limite pas à «un petit peu de dépannage». A mesure qu'elles s'élèvent au-dessus d'un niveau critique minimum, elles donnent un rendement croissant jusqu'à concurrence d'un certain maximum. Mais passé ce stade, si elles continuent de monter, le rendement commence à diminuer. L'OCDE a proposé que, dans la plupart des cas, le rapport d'intensité de la recherche ne devrait pas dépasser 10 pour cent des ventes.³³ Les chiffres du tableau 18 indiquent qu'en 1967 la plupart des groupes industriels au Canada étaient bien loin d'atteindre ce coefficient maximum; peut-être même en étaient-ils tellement éloignés qu'ils n'étaient guère bons pour l'innovation.

Que nous utilisions des critères internationaux ou nationaux, nous ne pouvons nous soustraire à la conclusion que le secteur canadien des affaires est désespérément faible comme exécuteur de recherche et de développement. Et pourtant c'est précisément dans ce secteur que devraient principalement se situer les travaux de R-D à l'appui de l'invention technologique. Donc, tant que l'expansion économique demeurera importante pour notre société et particulièrement si nous décidons de moins nous reposer sur l'épuisement rapide de nos ressources naturelles pour soutenir notre économie, le Canada aura à participer à la course technologique internationale croissante beaucoup plus efficacement qu'il ne l'a fait jusqu'ici. Cela signifie que le secteur des entreprises commerciales devra déployer un effort total de R-D sensiblement accru dans l'exécution de travaux de développement aboutissant à des innovations.

La répartition de l'effort de R – D entre les secteurs d'exécution des principaux pays industrialisés en 1967 a paru dans le 1^{er} volume (*Tableau 5, Chapitre 6, page 136*). Le secteur des affaires a effectué 65 pour cent ou plus de l'ensemble de la R – D dans six des neuf pays qui furent comparés au Canada. Seuls le Japon, les Pays-Bas et la France n'atteignirent pas ce chiffre, s'échelonnant entre 54 et 62 pour cent, et l'accroissement de cette proportion est maintenant une question de politique nationale dans ces pays. Ceci dit, il est clair que la part exécutée par le secteur industriel au Canada, qui n'était que de 38 pour cent en 1967 et qui tombait à 37 pour cent en 1969, devrait s'accroître aussi rapidement que possible. Il n'est sûrement pas déraisonnable de proposer, comme objectif, que cette part atteigne 60 pour cent en 1980.

Cet objectif proposé exigera manifestement une redistribution radicale de l'effort national de R – D entre les trois grands secteurs d'exécution: l'industrie, le gouvernement et les universités. En 1969, les dépenses de l'industrie en R – D s'élevèrent à \$390 millions. Si l'on se fonde sur un produit national brut projeté de \$190 milliards et sur l'attribution de 2.5 pour cent de ce produit à l'ensemble des travaux de R – D en 1980, les dépenses du secteur des entreprises commerciales s'établiraient alors à environ \$2.9 milliards *en dollars actuels*.

Cependant, nos prévisions sur le PNB au Chapitre 13, d'après des projections dressées par l'OCDE, supposaient une inflation annuelle de 3 pour cent. Notre objectif de R – D industrielle en dollars de 1969 serait donc d'environ \$2 milliards, soit un peu plus de cinq fois le chiffre de 1969, ce qui implique un taux d'accroissement réel de l'ordre de 16 pour cent par année. Il convient également de noter que notre proposition ne tient pas compte du «facteur de raffinement», du coût croissant des travaux de R – D à mesure qu'ils deviennent plus complexes et exigent des techniques et un équipement plus élaborés.

Le Comité recommande donc qu'on augmente fortement les travaux de R – D exécutés par le secteur industriel de sorte qu'en 1980 ils représentent un maximum d'environ 60 pour cent de l'effort national dans ce domaine.

L'objectif proposé pourrait considérablement améliorer le rendement des dépenses, car il permettrait à un bien plus grand nombre d'entreprises canadiennes d'atteindre le nombre critique de chercheurs par équipe pour obtenir des résultats utiles. Cette amélioration qualitative et quantitative de la R – D dans le secteur des entreprises commerciales est un élément important dans ce que nous entrevoyons comme une transformation graduelle, mais éventuel-

lement radicale, des structures de l'industrie canadienne, dans une hausse sensible de nos innovations technologiques, et dans une base plus solide de croissance économique rapide et d'amélioration du niveau de vie, tout en nous libérant de la nécessité d'épuiser rapidement nos ressources économiques. Donc, l'augmentation et la réorientation suggérées des dépenses de R - D pourraient bien se révéler le meilleur investissement à la portée des Canadiens dans les années 1970.

L'objectif paraît raisonnable à la lumière de comparaisons non seulement externes mais aussi internes. Il est essentiel pour que l'effort de R - D industrielle atteigne la phase du rendement proportionnel. Il est réaliste quant à ses exigences en main-d'œuvre. A vrai dire, si l'objectif n'est pas atteint et si les tendances actuelles des inscriptions universitaires persistent dans les années 1970, il y aura un sérieux excédent de SIQ. Le Comité doit reconnaître, cependant, que l'objectif n'est pas réaliste si on ne considère que les récentes tendances dans l'exécution des travaux de R - D par l'industrie canadienne. En 1970, la valeur de ces travaux accomplis par le secteur industriel a augmenté de moins de \$2 millions sur le total de \$390 millions atteint en 1939, en dépit d'une hausse de \$30 millions de l'appui financier gouvernemental, et il est probable que cette situation a persisté en 1971.

Comment pouvons-nous expliquer cette récente baisse des fonds consacrés à la R - D par l'industrie? Les conditions économiques ont certainement exercé une influence précise. Il devrait y avoir une corrélation directe entre l'affectation de fonds à la R - D par le secteur privé et le niveau général de l'activité économique, de sorte que la récession de 1970-1971 expliquerait partiellement cette réduction. L'incertitude du climat public à l'égard de l'innovation, notamment la fiscalité et d'autres politiques gouvernementales, a également eu une incidence négative. Nous croyons toutefois que, pour des raisons plus fondamentales et plus structurales, le secteur industriel peut avoir atteint un plateau en ce qui a trait à l'attribution de fonds à la R - D.

Si l'on apporte des améliorations aux environnements public et privé, l'industrie canadienne sera en mesure d'accroître graduellement son effort de R - D et d'innovation mais en grande partie à ses propres frais, et l'objectif sera réalisé d'ici à 1980 sans augmentation sensible des fonds gouvernementaux consacrés à la R - D industrielle mais, comme nous le suggérerons, la forme de l'appui public direct devra être radicalement modifiée. Notre confiance s'appuie sur l'expérience de la Grande-Bretagne dans la phase initiale fructueuse de sa révolution industrielle, expérience que l'historien Samuel Lilley a mise en contraste avec des tentatives moins heureuses en Europe continentale:

En mettant la situation des Britanniques en regard de celle de leurs rivaux, on remarque que les inventeurs continentaux échouent uniquement à cause d'un manque d'appui financier; que l'aristocratie se tient à l'écart du monde du commerce et de l'industrie et le méprise; que les avenues de progression des membres ambitieux des classes moyennes sont encore confinées aux professions libérales traditionnelles; que l'industrie est considérée comme socialement dégradante et qu'elle est conséquemment laissée aux mains de gens médiocres; et ainsi de suite. Et finalement il faudrait opposer la mesure dans laquelle l'industrie continentale était liée par la réglementation gouvernementale et par l'emprise des corporations à la liberté comparative de l'industrie britannique. . . . Les industries soutenues par l'État sur le continent—qui étaient destinées à instaurer l'industrialisation—étaient en pratique paralysées par l'inefficacité bureaucratique. . . . Le directeur d'une industrie d'État en France montre qu'une technique révolutionnaire serait réalisable, mais ce sont de petites firmes anglaises et écossaises qui mettent au point cette technique, voilà un juste symbole de ce contraste.³⁴

L'ENVIRONNEMENT PRIVÉ AU CANADA

Si on doit atteindre d'ici à 1980 l'objectif de R – D industrielle proposé par le Comité et si le surcroît d'effort considérable suggéré dans ce domaine doit produire un grand courant d'innovations qui nous permettra de réorienter et de soutenir l'économie canadienne, il faudra à maints égards modifier radicalement et rapidement l'environnement privé entourant le processus de l'innovation. Nous examinerons cinq points principaux: le secteur même des entreprises commerciales, la mobilité de la main-d'œuvre, la disponibilité du capital spéculatif privé, l'offre de SIQ en R – D industrielle, ainsi que la gestion de la R – D industrielle et des innovations technologiques.

Les représentants de l'industrie qui ont comparu devant le Comité se sont montrés très sévères à l'égard de l'environnement public de l'innovation au Canada, notamment envers la plupart des programmes d'incitation à la R – D industrielle de la part du gouvernement canadien. Ils furent toutefois beaucoup moins loquaces au sujet de la capacité d'innovation et du rendement de l'industrie canadienne, ainsi que des mesures qu'ils pourraient prendre pour les améliorer. Si nous voulons analyser à fond cette question, nous devons établir une distinction entre la fabrication secondaire surtout destinée à servir le marché canadien, d'une part, et la fabrication primaire ou les industries fondées sur les ressources, d'autre part. L'innovation pose des problèmes tout à fait différents à ces deux genres d'industries. Même les questions de la propriété et de la mainmise étrangères en tant qu'elles influent sur l'innovation, que les deux genres d'industries soulèvent, sont de nature tout à fait opposée.

1. Industrie manufacturière secondaire

Plusieurs entreprises de fabrication secondaire se sentent limitées par la dimension du marché national et par la part de moins en moins grande du marché qui s'offre à elles. Elles prétendent que si le marché canadien était plus vaste et mieux protégé contre la concurrence étrangère, le volume des innovations technologiques et des travaux de R-D qu'elles auraient les moyens de financer s'accroîtrait considérablement. Il se peut que ce soit vrai. Mais si ces deux conditions étaient les seules solutions possibles à l'amélioration de leur capacité d'innovation, il y aurait matière à pessimisme, parce que notre marché national ne va pas grandir rapidement à court terme et il n'est pas réaliste de s'attendre à une plus forte protection au Canada à moins que le gouvernement ne juge nécessaire de prendre de nouvelles mesures compensatrices en réponse à des initiatives protectionnistes comme on l'a fait récemment aux États-Unis. La ferme croyance de vastes segments de notre secteur manufacturier secondaire que ces deux conditions sont requises est, en grande partie, une survivance des attitudes d'entrepreneur engendrées par la politique nationale de Sir John A. Macdonald, instituée en 1879.

M. V. O. Marquez, de la Northern Electric Company Limited, mentionna la prédominance de cette vieille mentalité lorsqu'il déclara que «... le problème au Canada découle, en partie du moins, de l'attitude nationale,»³⁵ et il ajouta que l'industrie canadienne avait créé «... ce mythe... selon lequel l'industrie ne peut prendre de l'expansion que si elle s'appuie sur un marché domestique.»³⁶ Il illustra son point de vue en ajoutant: «L'un de nos plus grands concurrents, la *L. M. Ericcson Company* de Suède, ne fait que 20 p. 100 de ses affaires en Suède même. Telle est leur optique, leur point de départ. L'industrie canadienne n'est jamais partie de ce principe.»³⁷

Quels que soient les résultats qu'ait donnés la politique nationale en son temps, elle n'a pas été très propice à l'innovation technologique et, à la longue, elle a créé une atmosphère de fausse sécurité qui menace maintenant d'acculer certaines de nos industries à une impasse. La haute direction ici doit modifier sa philosophie et ses attitudes. Elle doit oublier le passé et mettre au point une perspective et une stratégie nouvelles visant à améliorer la capacité d'innovation. Dans le monde de demain, il n'y aura pas d'autre choix si l'on veut vivre et prendre de l'expansion. A la suite du Conseil économique, le Conseil des sciences a également déploré la faiblesse de la direction des entreprises au Canada.

Il est indispensable d'approfondir la compétence des administrateurs canadiens. Pour réaliser les promesses de la décennie qui a commencé, l'industrie doit remanier les programmes de recyclage des administrateurs et de reconversion de la main-d'œuvre.³⁸

Le Comité espère que l'industrie engagera un bien plus grand nombre de diplômés en administration des entreprises et qu'elle acceptera leurs idées nouvelles, même si elles exigent des changements radicaux dans l'organisation et la structure internes des entreprises individuelles. Ce qu'il faut précisément c'est un changement sain mais radical. L'insistance sur le maintien du cours habituel des affaires dénote une mentalité clairement démodée.

Le Comité s'inquiète des rapports qu'il reçoit au sujet d'un «exode intellectuel». Par exemple, le Dr Donald A. Chisholm rappelait récemment qu'aux États-Unis, «ils avaient l'habitude de taquiner les Canadiens» parce qu'ils étaient trop nombreux dans la direction des entreprises américaines.

Les directeurs doués de véritables talents d'entrepreneur sont une précieuse ressource dont *tous* les secteurs de la société ont besoin, et le Canada n'a guère les moyens de perdre le moindre d'entre eux. Nous espérons que le ministère de l'Industrie et du Commerce encouragera sérieusement la mise en marche d'études qui porteront sur la condition d'entrepreneur au Canada et qui comprendront une analyse de cet exode, en particulier du rôle joué par les compagnies mères de filiales canadiennes qui siphonnent les talents d'entrepreneur de notre pays.

Ce n'est pas nécessairement l'exiguïté du marché qui entrave la mise au point de procédés destinés à réduire le prix de revient d'un produit ou à améliorer sa qualité. Au contraire, de telles innovations contribuent normalement à son expansion. Les nouveaux produits exigent un marché potentiel suffisamment vaste, mais là encore, si ce genre d'innovation n'est pas trop dispendieux—et généralement il ne l'est pas—un très vaste marché ne va pas nécessairement le rendre profitable. De plus, les preuves empiriques recueillies par l'OCDE laissent supposer qu'il y a une très faible corrélation entre le rendement national en innovations et la dimension du marché national (mesurée par le PNB). La Suède, la Suisse, les Pays-Bas et la Finlande sont tous de puissants innovateurs technologiques même s'ils ont de petits marchés nationaux. Apparemment, ce ne sont pas l'ampleur et l'intensité de la demande nationale qui déterminent le succès de l'innovation, autant que les ressources en talent d'entrepreneur, en organisation et

en matière technique à l'intérieur des pays qui reconnaissent les besoins internationaux. Le rapport de l'OCDE renferme la conclusion suivante:

Les entreprises et les pays qui possèdent de telles aptitudes paraissent être en mesure de surmonter les obstacles tarifaires et non tarifaires, aussi bien que ceux que leur opposent la distance, les différences de législation et de normes, lorsqu'il s'agit de répondre à la demande d'innovation technologique qui s'exprime dans le monde entier.³⁹

Une fois que les industries nationales traditionnelles seront convaincues qu'elles peuvent être aussi innovatrices que les industries équivalentes dans d'autres pays et que c'est la seule avenue de succès possible à l'avenir, elles saisiront rapidement les exigences fondamentales d'une nouvelle stratégie. Il faudra effectuer des changements dans deux directions complémentaires.

La plupart des industries devront recourir à des fusions qui seront plus faciles à exécuter si, en matière de concurrence, il existe une législation bien formulée et intelligemment administrée. Le tableau 18 montre que près de 60 pour cent des établissements industriels rapportant des travaux de R - D au Canada—sans parler de ceux qui n'en ont pas à signaler—étaient au-dessous du niveau minimum d'efficacité suggéré bien que l'intensité de leur recherche, rapport de la R - D aux ventes, ait dû être au-dessus du maximum recommandé par l'OCDE, tel que l'indique le tableau 19.⁴⁰ Cette situation établit clairement le besoin de fusions si l'on veut que les travaux de R - D soient plus productifs.

Un second changement a trait à l'obligation qu'ont les moyennes et grandes entreprises de se spécialiser beaucoup plus qu'elles ne l'ont fait au moment où leur but principal était de se concentrer sur le marché canadien. L'OCDE fait la remarque suivante:

Le facteur d'environnement le plus important est le cadre de plus en plus ouvert—et en vérité ouvert aux dimensions du monde—à l'intérieur duquel doivent être conçues les stratégies concernant l'innovation technologique et la R - D. Cela ne provient pas seulement du fait qu'il n'existe aucun pays qui puisse espérer être à l'origine de toutes les découvertes scientifiques et technologiques concernant l'innovation, ni du fait que des marchés s'étendant au-delà des limites nationales peuvent être de plus en plus nécessaires à l'amortissement des frais fixes que nécessite le lancement des innovations. Cela provient aussi du fait qu'une libéralisation et une interdépendance accrue signifient que la concurrence, par les innovations technologiques, joue de moins en moins à l'intérieur des limites nationales et de plus en plus au sein de l'ensemble de la zone de l'OCDE. Les études par secteurs de l'OCDE ont montré que les entreprises novatrices qui réussissent sont précisément celles qui font pénétrer leurs innovations dans le plus grand nombre de pays membres et qui, de plus en plus, conçoivent leurs stratégies dans le cadre même de l'OCDE tout entière. ...

Une concurrence efficace sur les marchés internationaux nécessite la spécialisation, et la technologie n'échappe pas à cette nécessité. . . . Dans les domaines où se produisent de rapides modifications technologiques, où de nouvelles possibilités commerciales apparaissent continuellement, de grandes possibilités de spécialisation existent à l'intérieur des secteurs—entre différentes sortes d'avions, différentes sortes d'articles électroniques, différentes sortes de produits pharmaceutiques ou différentes sortes de matériel de transport.⁴¹

Donc, la fusion ou la spécialisation, ou les deux à la fois, et la modernisation constituent une condition préalable essentielle non seulement à l'accroissement de la productivité mais aussi à la création d'une capacité d'innovation dans plusieurs segments de nos industries nationales. Cette suggestion a été formulée maintes et maintes fois au Canada, bien qu'elle soit plus justifiée en fonction d'une productivité améliorée que d'une capacité d'innovation accrue. Néanmoins, dans plusieurs cas, elle est reconnue comme la seule condition de vie et de progrès. Par exemple, M. Frank S. Capon, de DuPont of Canada Limited, fit mention de ce «problème de dimension» dans l'industrie chimique canadienne:

Notre industrie, par exemple, excelle dans la fabrication du nylon . . . malgré le maximum d'efficacité et de connaissances techniques sur le sujet, nous avons un coût unitaire qui indique que notre coût par livre de nylon est beaucoup plus élevé que dans n'importe quel autre pays, parce que nous ne pouvons produire sans arrêt le même type de nylon sur la même machine, et qu'il nous faut arrêter la machine pour changer de type.⁴²

M. Leonard Hynes, lorsqu'il était président de Canadian Industries Limited, a déclaré:

Depuis vingt ans . . . nos investissements n'ont pas rapporté des bénéfices suffisants. Nous avons malheureusement convaincu les gens d'investir de l'argent dans la compagnie, mais ils auraient dû l'investir ailleurs.⁴³

Le problème de l'industrie chimique, comme on peut le voir, n'est pas nouveau; il ne fait que s'aggraver. M. Capon fit observer au Comité que l'exploitation d'une seule grande fabrique de nylon pour tout le Canada serait un moyen de résoudre le problème de dimension. Bien qu'on ait beaucoup discoursu sur le besoin de l'intégration horizontale au Canada, on n'a guère essayé de rechercher une solution.

Selon des porte-parole de l'industrie, le gouvernement est à blâmer pour sa politique tarifaire qui aurait créé cette difficulté et pour sa politique anti-coalitions qui aurait empêché une solution réaliste. D'autres, principalement dans les milieux universitaires, ont signalé le manque de leadership dans le monde des affaires, tandis que les syndicats ouvriers visent à la parité des

salaires avec les États-Unis. Une chose est certaine: on devra prendre bientôt des mesures énergiques pour modifier radicalement la structure de l'industrie manufacturière secondaire, pour réduire le nombre des entreprises, et pour accroître leur taille et leur spécialisation. Dans les années 1980, il sera trop tard pour prévenir l'extinction graduelle de cette industrie. Nous sommes déjà à la croisée des chemins. Quoique la récente réduction inégale des tarifs force les entreprises individuelles à se spécialiser, la nouvelle direction qu'elles prennent n'est peut-être pas conforme aux véritables intérêts à long terme du Canada.

Ce problème se complique davantage en raison des effets de la propriété et de la mainmise étrangères sur le nombre et la taille des entreprises, sur la spécialisation industrielle, sur la capacité d'innovation et sur les travaux de R - D.

Selon une de nos conclusions antérieures (*Chapitre 6, 1^{er} volume*), les filiales étrangères avaient tendance, dans des circonstances semblables, à exécuter plus de travaux de R - D au Canada que les sociétés d'appartenance canadienne, au moins jusqu'à ces dernières années. Il est également vrai que ces filiales ont accès à un fort volume de technologie sujette à des droits de propriété appartenant à la compagnie mère, comme l'Imperial Oil Limited l'a expliqué au Comité:

En général, nous sommes d'avis qu'un certain degré de propriété étrangère, loin de nuire, favorise les innovations fructueuses dans l'industrie canadienne. Ces apports de l'extérieur fournissent ordinairement à bas prix la base technologique essentielle à de la recherche additionnelle canadienne et à l'innovation.⁴⁴

Cette déclaration renferme manifestement un important élément de vérité; plusieurs autres témoins l'ont répétée dans des termes différents, mais la compagnie n'a pas spécifié ce qu'elle entendait par «un certain degré de propriété étrangère.» En revanche, que conclure si une industrie est réellement dominée par des filiales étrangères? L'avis de l'Imperial Oil ne révèle pas toute la situation.

Dans le secteur des industries manufacturières secondaires, la plupart des filiales américaines sont venues ici pour exploiter le marché national sans payer de tarifs douaniers. Certaines avaient aussi l'intention de bénéficier du système préférentiel du Commonwealth. Par voie de conséquence, elles étaient généralement destinées à suivre, sur une plus petite échelle, le mode de production de la compagnie mère, bien qu'avec des niveaux de productivité inévitablement inférieurs. L'érosion graduelle du système préférentiel et sa quasi-élimination avec l'entrée de la Grande-Bretagne dans

le Marché commun européen, ajoutées à l'augmentation du nombre des filiales américaines établies au Royaume-Uni et dans d'autres pays du Commonwealth, affaiblira grandement la position des filiales canadiennes sur ces marchés. La réduction des tarifs douaniers canadiens les expose de plus en plus à la concurrence étrangère. Même lorsque la compagnie mère leur permet d'accéder au marché américain, cette autorisation ne peut guère avoir de conséquences aussi longtemps qu'elles ne peuvent se spécialiser et abaisser leurs prix de revient. Comment réussiraient-elles à subir la concurrence sur ce marché vu leur efficacité moindre et les barrières commerciales américaines? Donc, plusieurs filiales établies au Canada, répliques de leurs sociétés mères des États-Unis se trouvent prises dans un étau et ont perdu leur raison d'être initiale. Par le passé, elles ont pu être d'utiles prolongements d'entreprises américaines, mais maintenant il est plus que probable qu'elles deviendront un passif pour ces compagnies, surtout si les États-Unis instituent la DISC et des dispositions semblables, et qu'aucune décision compensatrice n'est prise au Canada.

Il se peut que ces filiales soient encore en mesure de concurrencer leurs rivales canadiennes, mais elles sont aussi les monuments d'une politique instituée il y a près d'un siècle, et il devient plus évident qu'elles contribuent à la fragmentation de l'industrie canadienne, à une faible capacité d'innovation et à une productivité relativement basse. Leur effort de R-D a diminué. De plus, comme le fait remarquer le Conseil des sciences:

Dans la filiale semi-autonome, la R-D a également tendance à être semi-autonome—pour citer des cas typiques, on réduira la technologie de la production à l'échelle du marché canadien, ou l'on adaptera techniquement le produit aux goûts des Canadiens ou au climat du pays. La plupart des services d'étude des marchés dans les filiales ont une conception étroite de leur rôle potentiel. Ils limitent leurs travaux à l'identification des produits fabriqués par la compagnie mère et susceptibles de passer au Canada.⁴⁵

Ce n'est pas une contribution particulièrement impressionnante à la capacité d'innovation du Canada. Mais fondamentalement ces filiales souffrent du même mal que les entreprises manufacturières appartenant à des Canadiens. Ce qu'il faut aux deux, c'est une plus grande spécialisation, l'élaboration d'une stratégie d'innovation plus dynamique dans un cadre plus étroit, et le lancement d'innovations technologiques fructueuses qui peuvent être exportées sur les marchés mondiaux. Les compagnies mères aux États-Unis permettront-elles à leurs filiales canadiennes de procéder à cette réorganisation fondamentale? Dans ce domaine, c'est la question critique soulevée par la propriété étrangère. Les sociétés mères auraient sûrement intérêt à per-

mettre cette conversion; en fait, leur meilleure ligne de conduite consisterait à l'encourager, parce que c'est la seule façon dont leurs filiales seraient un jour plus rentables.

Le Comité croit que cette tactique devrait aussi devenir un article primordial de la politique qu'on prépare sur la propriété étrangère. Cette «canadianisation» des filiales étrangères serait facilitée par une diminution de la propriété et de la mainmise étrangères, ce qui, par ricochet, empêcherait l'application de la législation américaine antimonopoles aux filiales du Canada. Elle contribuerait sûrement à l'atténuation du problème du dollar américain.

Nous sommes convaincus que l'industrie manufacturière secondaire—qu'elle appartienne à des Canadiens ou à des étrangers—s'achemine rapidement vers une impasse structurale. Les Canadiens en sont conscients depuis un certain temps. Seule une révolution industrielle apportera la spécialisation nécessaire, améliorera la productivité, accroîtra la capacité d'innovation et augmentera fortement le volume des innovations technologiques fructueuses. Bien qu'on en soit arrivé à un consensus national sur la nature de la crise, les mesures prises pour la résoudre ont été timides et irrégulières.

Pendant que deux groupes d'élite mènent dans une large mesure le débat sur la propriété étrangère, soit les «continentalistes» dans le monde des affaires et les «socialistes» dans les universités, la plupart du temps dans des termes outranciers, les deux niveaux supérieurs de gouvernement se disputent au sujet de la juridiction en politique économique, et aucun n'a réussi à élaborer une stratégie industrielle cohérente et complémentaire. Dans la sphère fédérale, il se peut que le ministère de l'Expansion économique régionale favorise une nouvelle fragmentation industrielle artificielle en s'efforçant d'aider les régions sous-développées. C'est du moins la crainte du Conseil des sciences:

. . . quand une firme, subventionnée par l'État pour s'installer dans une région peu développée, morcelle un peu plus le marché, . . . la concurrence qui en résulte affaiblit, et parfois détruit, tant la firme nouvelle que les industries déjà établies. L'implantation d'industries non rentables ne fait donc que déplacer le problème du chômage, et ne le résout point.⁴⁰

En même temps le ministre de l'Industrie et du Commerce a nommé une commission de trois membres chargée d'étudier la consolidation de l'industrie textile. Bien que ce soit un objectif désirable en soi, la façon d'aborder le problème ne semble pas particulièrement efficace. L'affectation d'étrangers, dont deux à temps partiel, à la solution d'un problème complexe impliquant

un assortiment complet de produits et plusieurs difficultés techniques est un procédé qui prend du temps et qui peut indûment retarder les solutions pratiques dont on a un pressant besoin. Nous croyons que le problème de dimension existe dans la plupart des industries nationales; si l'on applique la même méthode dans tous les cas, il n'y aura plus de temps pour susciter la capacité d'innovation dans les années 1970.

Le Comité est d'avis que si la révolution industrielle doit se produire bientôt et apporter des résultats sensibles, elle suppose une stratégie particulière en deux stades.

Au cours de la première phase, on devrait avoir recours au principe de la démocratie de participation afin de bénéficier de l'expérience pratique de chefs de file du monde des affaires et du travail qui ont vécu le problème de dimension pendant plusieurs années. Ce sont eux qui connaissent le mieux les ajustements à faire en matière de technique, d'administration et d'emploi qu'exigera l'efficacité maximale de leur industrie. Il est essentiel de s'assurer dès le début la participation des représentants des travailleurs car la réorganisation d'une industrie aura d'importantes répercussions sur son effectif ouvrier. On demanderait à chaque grande industrie manufacturière secondaire, et à ses secteurs intimement connexes, de constituer un groupe de travail et de préparer un plan de réorganisation qui comportera des fusions opportunes et des mécanismes de spécialisation en matière de produits, les implications de main-d'œuvre et leurs répercussions régionales ainsi que la forme d'aide gouvernementale nécessaire.

Le ministre de l'Industrie et du Commerce devrait prendre l'initiative de nommer un président impartial à plein temps et de fournir un petit secrétariat pour chaque groupe de travail. Le Comité est d'avis que, grâce aux régimes de retraite prématurée en vigueur au sein des gouvernements, de l'industrie et des universités, il ne serait guère difficile de trouver suffisamment de gens avisés pour présider ces groupes de travail. Le rôle du président et du secrétariat ne consisterait pas à diriger et à commander les tâches du groupe mais à s'assurer qu'il accomplit son travail à temps et à l'aider sur demande. Le plan proposé relèverait exclusivement du groupe de travail même et il serait présenté au ministre par le président qui y joindrait ses propres commentaires.

Le premier stade comporterait un grand nombre d'avantages. Plusieurs groupes de travail pourraient fusionner leurs forces. Ils seraient à même de se consulter sur des sujets d'intérêt commun ou de caractère obscur de sorte que l'on pourrait mener à bien plus rapidement et plus efficacement cette entreprise d'envergure nationale. L'industrie et le travail ne sauraient se plaindre qu'on leur impose, sans consultation appropriée, des programmes qui ne tien-

ment pas compte des réalités. Ce serait là une excellente occasion pour les filiales canadiennes de montrer qu'elles peuvent mieux s'adapter à la scène canadienne et apporter une plus forte contribution à l'objectif national d'encouragement aux innovations technologiques. Comme les plans qu'aura préparés le secteur privé seraient présentés à peu près en même temps aux pouvoirs publics, ils fourniraient à la fois en détail et dans les grandes lignes un examen de ce qui a été accompli dans le secteur entier de la fabrication secondaire au Canada.

Au deuxième stade, le gouvernement étudierait les plans en fonction des exigences de l'intérêt public, particulièrement l'efficacité économique, les possibilités de création et la concurrence internationale. Ce n'est qu'une fois mis en route qu'on pourrait assujettir ces plans à une politique concurrentielle. Ils devraient être étudiés, modifiés et approuvés par un comité du Cabinet présidé par le ministre de l'Industrie et du Commerce et composé du président du Conseil du Trésor, du ministre de l'Expansion économique régionale, du ministre des Affaires des Consommateurs et des Corporations, du ministre du Travail, et du ministre d'État à la Science et à la Technologie. Avant leur approbation finale, il faudrait les présenter à l'examen des gouvernements provinciaux directement en cause.

En vue d'accélérer cette étude et d'aviser le comité du Cabinet, on devrait constituer un bureau de réorganisation industrielle au sein du ministère de l'Industrie et du Commerce. Le président et le secrétariat des divers groupes de travail en seraient les membres. Ceux-ci seraient déjà au fait de la nature et des répercussions des plans qu'auront préparés les groupes de travail, de sorte qu'ils se trouveraient dans une situation idéale pour conseiller promptement les ministres. La Société canadienne de développement devrait participer étroitement à cette étude.

Le Comité recommande donc:

1. Que le ministre de l'Industrie et du Commerce demande aux industries manufacturières secondaires d'organiser des groupes de travail, comprenant une représentation ouvrière appropriée, pour étudier les problèmes de dimension et de spécialisation et préparer d'ici un an un plan visant à accroître l'efficacité, la capacité d'innovation et l'aptitude à la concurrence internationale de chaque établissement au moyen de fusions ou autrement;

2. Que le ministre nomme un président impartial et fournisse un petit secrétariat en vue d'assister chacun des groupes de travail;

3. Que l'on nomme un comité spécial du Cabinet présidé par le ministre de l'Industrie et du Commerce aux fins d'étudier, modifier et approuver, après

consultation des provinces intéressées, les plans qu'auront préparés les groupes de travail de l'industrie; et

4. Que l'on constitue un Bureau de réorganisation industrielle, composé principalement du président et du secrétariat des groupes de travail aux fins d'assister le comité du Cabinet.

Notre Comité en est venu à la conclusion que cet essai profond et complexe de la démocratie de participation est essentiel à l'expansion, voire à la survivance de l'industrie manufacturière secondaire au Canada. Le succès de cette grande entreprise collective devrait être l'un des objectifs principaux de la nouvelle politique nationale.

2. Industries manufacturières primaires et industries fondées sur les ressources

Les problèmes qu'affrontent nos industries fondées sur les ressources et nos industries manufacturières primaires sont tout à fait différents de ceux des industries manufacturières secondaires. Ici, la concentration industrielle existe déjà dans la plupart des cas. Le fondement de l'aptitude à innover et à concurrencer à l'échelle internationale est en général établi, du moins en ce qui a trait aux produits qu'elles offrent présentement. Néanmoins, la direction de ce secteur affiche souvent une attitude passive et routinière. Les industries manufacturières secondaires ont centré leur stratégie traditionnelle sur la protection tarifaire de la politique nationale de Sir John A. Macdonald. Les industries fondées sur les ressources ont acquis peu à peu un sens de sécurité à la faveur des heureuses répercussions de la deuxième révolution technologique du début du 20^e siècle; elles se sont aussi rendu compte qu'elles possédaient des réserves abondantes et de l'énergie à bon marché ainsi que de la demande croissante de leurs produits sur les marchés étrangers. Il s'ensuit que la plupart ne se sont pas préoccupées d'innover et ont négligé les problèmes de R - D.

Il semble, toutefois, que ces industries trouvent de plus en plus difficile de s'étendre selon les principes traditionnels. Les nouvelles circonstances proviennent de plusieurs facteurs. La technologie nouvelle produit plus de succédanés aux ressources naturelles. Les prix de revient augmentent. De nouvelles sources d'approvisionnement surgissent à l'étranger et elles concurrencent plus aisément les produits canadiens. La réévaluation du dollar canadien par suite du retour au cours flottant a suscité la perte d'un avantage dont nous avons bénéficié pendant la plus grande partie des années 1960.

Bien que les industries canadiennes de l'aluminium et des pâtes et papiers éprouvent, pour diverses raisons, des difficultés à progresser selon les principes

traditionnels, les perspectives d'autres domaines de ce secteur industriel, particulièrement l'industrie minière, dont le pétrole et le gaz naturel, sont vraiment très brillantes en raison de l'épuisement graduel des ressources mondiales. En ce qui a trait aux intérêts canadiens globaux et à long terme, le problème de l'industrie fondée sur les ressources ne réside pas dans l'inaptitude à croître selon les principes traditionnels; il consiste surtout à trouver de nouveaux moyens d'économiser des ressources, d'utiliser les rebuts au stade de la production, de découvrir de nouveaux usages aux produits et de traiter au Canada des produits primaires à un stade plus avancé avant leur exportation.

Contrairement au secteur de la fabrication secondaire, les industries fondées sur les ressources n'exigent pas de transformations de structure pour établir la base de l'innovation. La plupart la possèdent déjà; ils ne l'ont tout simplement pas utilisé avec efficacité. Le tableau 17 donne une idée de la lacune à combler en matière de R - D dans des industries comme les mines, les puits de gaz et de pétrole, le papier, les métaux primaires, les minéraux non métalliques et les produits pétroliers. Une seule industrie accuse un rapport d'ensemble d'intensité de la recherche dépassant de beaucoup un pour cent, bien qu'il demeure inférieur à 2 pour cent. On est quand même loin du rapport de 4 à 10 pour cent qui semble normal. Et pourtant, ces industries devraient avoir beaucoup d'occasions d'appliquer leur aptitude à l'innovation à des problèmes du genre de ceux que nous avons énumérés.

Un obstacle majeur à l'utilisation de leur aptitude à l'innovation à des fins nationales réside dans la forte proportion de la propriété et de la mainmise étrangères dans ces industries. Comme les filiales canadiennes du secteur manufacturier secondaire sont habituellement intégrées horizontalement à leurs compagnies mères, ce qui constitue leur grande faiblesse, dans les industries fondées sur les ressources les filiales sont dans la plupart des cas en relation verticale avec leur société mère, ce qui suscite un problème tout à fait différent. Le rendement d'une filiale de ce genre constitue un élément de l'exploitation de la compagnie mère étrangère plutôt qu'un modèle réduit à l'étranger. Pourvu qu'elles continuent à répondre aux besoins de leur compagnie mère, cependant, rien ne devrait empêcher les filiales de développer leur aptitude à la R - D et à l'innovation.

Il reste de vastes domaines qui sont à l'abri des conflits d'intérêts et où, au contraire, les compagnies étrangères devraient encourager leurs filiales canadiennes à s'engager de plus en plus dans l'innovation. Ce sont l'accroissement de la productivité, la réduction des prix de revient, l'économie des

ressources et l'utilisation des rebuts, dans la mesure où les ressources diminuent et où les rebuts peuvent servir avec profit.

Il existe au moins deux points, toutefois, sur lesquels il se peut que les intérêts divergent: la découverte de nouveaux usages aux produits primaires et, particulièrement, le degré plus avancé du traitement.

Les nouveaux usages auxquels la compagnie mère n'est pas intéressée pourraient faire dévier l'exploitation de la filiale vers des secteurs plus rentables, ce qui réduirait l'offre et augmenterait le prix du produit primaire dont l'établissement étranger a besoin.

Le traitement plus poussé à l'endroit où se trouve le produit primaire pourrait être moins coûteux, affaiblir la relation verticale qui fut la justification de l'établissement de la filiale et, finalement, faire naître un concurrent pour la compagnie mère. Ici, les intérêts de l'établissement étranger et ceux du pays où se trouve la filiale doivent presque inévitablement entrer directement en conflit.

A prime abord, ces deux sources de conflit devraient restreindre sérieusement l'expansion de la capacité de la filiale en matières de R-D et d'innovation et, en conséquence, sa possibilité de croissance et son aptitude à compenser les répercussions adverses que la nouvelle technologie peut exercer sur la demande de son produit traditionnel. Cet aspect de la question de la propriété étrangère pose un véritable dilemme. D'une part, la compagnie mère fournit un débouché bien protégé contre les concurrents. D'autre part, elle empêche la filiale de mettre en œuvre une stratégie défensive et offensive en matière d'innovation qui pourrait assurer sa survivance à long terme ou, au moins, son expansion plus rapide et plus normale et qui pourrait l'aider à apporter une contribution maximum à la prospérité du pays où elle est située.

Voilà l'aspect le plus difficile de la question de la propriété étrangère. Le maintien de ce genre d'intégration verticale ne joue pas en faveur des meilleurs intérêts à long terme du Canada car, en théorie du moins, il réduit la capacité d'innovation et la possibilité de croissance des filiales. D'autre part, il est peu probable que les compagnies mères prennent volontairement des mesures qui affaibliront leurs relations avec leurs filiales. Comme l'environnement privé à cet égard ne s'améliorera probablement pas de lui-même, la question du traitement plus poussé des produits primaires par des filiales canadiennes devient un sujet de politique publique. Nous étudions ce point plus en détail au chapitre suivant.

Lorsque nous examinons dans leur ensemble les industries canadiennes fondées sur les ressources, ainsi que les sociétés d'appartenance canadienne

et étrangère, nous constatons que leur base d'innovation n'est pas utilisée autant qu'elle le devrait et que leur effort de R - D est relativement faible. Notre comité estime qu'il faudrait les inviter à étudier en détail leur situation. Elles devraient d'abord obtenir les meilleures projections possibles des réserves et des exigences mondiales ainsi que des possibilités du Canada, puis analyser le rendement de l'industrie en matière d'innovation et de R - D ainsi que la manière de l'accroître tant quantitativement que qualitativement, grâce à leurs propres ressources ou au moyen d'arrangements collectifs. Elles devraient y joindre des recommandations en ce qui a trait à l'aide du gouvernement, s'il y a lieu.

Ici encore, le processus habituel jouerait à l'inverse. On demanderait à l'industrie de déterminer ses problèmes et de rechercher ce qu'elle pourrait faire elle-même avant de demander l'aide du gouvernement ou de reprocher aux pouvoirs publics de prendre des mesures inappropriées. Au cours du processus apparaîtrait, si elle existe, la différence de rendement en matière d'innovation et de R - D entre les sociétés d'appartenance canadienne et les filiales canadiennes. Le gouvernement se trouverait alors en bien meilleure posture pour instaurer des programmes d'incitation, particulièrement dans des secteurs où l'effort des filiales canadiennes en matière d'innovation et de R - D est paralysé par leur intégration verticale avec leur compagnie mère. Ces programmes seraient mis à la disposition de toute entreprise, filiale ou société d'appartenance canadienne, bien qu'en pratique seules les entreprises canadiennes seraient probablement libres de profiter de ces stimulants et d'évoluer suivant les intérêts à long terme du Canada. Si l'on suivait cette ligne de conduite, il pourrait s'ensuivre des résultats tangibles surprenants.

Le Comité recommande donc que le ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources demande aux industries fondées sur les ressources et aux industries manufacturières primaires d'organiser des groupes de travail comprenant une représentation ouvrière appropriée, pour étudier leur rendement en matière d'innovation et de R - D et de préparer d'ici un an un plan visant à accroître ce rendement de manière à économiser les ressources, à utiliser les rebuts plus efficacement, à réduire le prix de revient de la production, à découvrir de nouveaux usages à leurs produits et à traiter davantage ces produits au Canada aux fins de leur exportation.

La méthode à suivre ici serait analogue à celle qui a été proposée à l'égard des industries manufacturières secondaires. Le ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources nommerait un président impartial et fournirait un

petit secrétariat qui seraient au service de chaque groupe de travail et lui-même dirigerait un autre comité spécial du Cabinet composé des ministres actuels, sauf que le ministre de l'Environnement et des Pêcheries remplacerait le ministre des Affaires des consommateurs et des corporations. Le Comité du Cabinet, en collaboration avec les provinces, reviserait les plans que les groupes de travail proposeront. On constituerait un office spécial, semblable au Bureau de la réorganisation industrielle proposé, qui serait au service du comité du Cabinet.

Nous proposons d'effectuer un examen approfondi des faiblesses fondamentales des deux grands secteurs industriels de l'économie canadienne. Nous aimerions que l'industrie prépare des plans en vue de corriger ces faiblesses. Aussi proposons-nous que le gouvernement canadien, de pair avec les provinces, étudie ces plans afin de se rendre compte de leurs répercussions politiques. Le Comité admet volontiers qu'il s'agit là d'une entreprise importante et compliquée. Nous avons la conviction, toutefois, que cet examen se révèle essentiel à un moment où la viabilité même de l'industrie est mise en doute. L'industrie doit se découvrir une nouvelle vocation alors que les méthodes de commerce mondial de la dernière partie du 20^e siècle sont en mutation radicale. Aucun gouvernement, aucun comité parlementaire ni aucune commission royale ne peuvent mener à bien cette entreprise essentielle. Ce doit être une entreprise collective débutant au sein du secteur privé.

3. La mobilité de la main-d'œuvre et les mouvements ouvriers

Le comportement des travailleurs industriels et de leurs dirigeants constitue un élément important du climat entourant dans le secteur privé l'innovation technologique et l'effort de R-D que déploie l'industrie. Le succès de la R-D industrielle n'est pas l'apanage exclusif des scientifiques et des ingénieurs. L'ouvrier spécialisé, le travailleur de la chaîne de production—tous les gens de l'atelier—possèdent les talents et l'intuition que requiert l'innovation, même si la direction les encourage rarement à les faire valoir. Dans une causerie prononcée à l'Université de Toronto, le professeur Chris Argyris a exposé des cas d'espèce témoignant des possibilités de l'effectif ouvrier:

Certains établissements clairvoyants ont entrepris d'expérimenter des changements à la méthode traditionnelle de la chaîne de montage. Leur concept reposait sur la recherche de moyens de réintégrer la complexité et le défi dans les tâches. Polaroid Corporation, par exemple, embaucha des travailleurs possédant une instruction inférieure au niveau secondaire

et se mit en frais de les éduquer jusqu'à un niveau secondaire. On permit à des employés de bureau de travailler à temps partiel comme techniciens dans les laboratoires de recherche. Dans les deux cas, la réponse a été enthousiaste et le rendement dépassa la moyenne.

Harwood Manufacturing, établissement de Virginie qui fabrique des vêtements, a imaginé d'accroître les responsabilités des employés ainsi que l'autorité de contester les méthodes de travail et d'influencer les décisions en matière de production et de modèles. Dans une expérience, la compagnie s'attaqua à la préparation languissante d'un produit; elle invita les travailleurs de la production à participer aux discussions du problème au lieu de le soumettre simplement à ses ingénieurs. On essaya d'aborder la question de plusieurs manières; les travailleurs de la production et les ingénieurs se partagèrent les responsabilités à divers degrés. Celle qui se révéla la meilleure fut de remettre le problème entièrement entre les mains des employés, les ingénieurs agissant à titre de conseillers et non, comme disent certains travailleurs, de «guillotins de la direction.» Chez Harwood, des changements de ce genre ont entraîné un accroissement notable de la qualité et de la productivité en même temps qu'une réduction du roulement du personnel, qui passa de 18 à 6 pour cent par année, et une diminution de l'absentéisme, de 17 à 4 pour cent. Un établissement manufacturier est allé jusqu'à changer son nom par suite de l'adoption de sa nouvelle manière d'aborder la production. Non-Linear Systems, qui fabrique de l'équipement électronique, abandonna les chaînes de montage dans certains secteurs pour confier à une seule personne le montage intégral, par exemple, d'un voltmètre. A la suite de ce travail, qui peut durer jusqu'à trois semaines, l'employé soumet lui-même le produit à des épreuves. Si le client éprouve la moindre difficulté avec l'appareil, on le retourne à l'employé qui effectue les corrections qui s'imposent. Cette manière de procéder entraîna une réduction de 50 pour cent du nombre d'heures-homme consacrées à la construction de l'appareil. Conséquence plus profonde, chez l'employé, le sens de la responsabilité et de l'engagement grandit considérablement.⁴⁷

La formation et le recyclage de l'effectif de production en vue de son adaptation au changement technologique est tout aussi important pour la R - D et l'innovation que la formation et le recyclage des scientifiques et des ingénieurs. De même, il est évident que la main-d'œuvre peut faire obstacle au progrès technique ou retarder les innovations au point qu'il soit trop tard, à un moment donné, pour y avoir recours avec succès. Dans ce domaine, les mouvements ouvriers affrontent souvent un dilemme. D'une part, le contexte du monde nouveau force l'industrie canadienne à innover davantage en vue d'accroître la productivité, de soutenir une économie vigoureuse, de dispenser un revenu plus élevé et un plus grand nombre d'emplois, autant d'éléments qui en constituent l'aspect brillant aux yeux des employés. D'autre part, le change-

ment technologique et la transformation de la structure industrielle exigent une plus grande mobilité de l'effectif ouvrier tant au point de vue professionnel que géographique. Le déplacement d'un emploi à l'autre ou d'une localité à l'autre suppose toujours des sacrifices immédiats, même le chômage occasionnel ou la retraite prématurée, pour chacun des travailleurs et leur famille, et c'est ce qui constitue l'aspect négatif de toute tentative d'innovations technologiques sur une grande échelle. Les mouvements ouvriers devraient-ils apporter une contribution importante et directe à la transformation et à l'innovation industrielles, tout en essayant de minimiser les répercussions négatives grâce à des arrangements appropriés avec l'industrie et à des mesures compensatrices de la part des gouvernements? Ou bien devraient-ils simplement se borner à obtenir de meilleures politiques touchant les conditions de travail et la parité de salaires, et même s'ils sont appropriés, aller jusqu'à s'opposer aux programmes opportuns d'accroissement de la productivité?

Certes le climat des relations industrielles au Canada est loin d'être idéal dans le moment. L'administration, il va de soi, en porte une certaine responsabilité. Mais les dirigeants ouvriers doivent aussi accepter leur part du blâme. Il en est parmi eux qui sont devenus activistes sociaux et politiques et qui patronnent des causes bien éloignées des préoccupations des travailleurs. L'image qu'ils projettent à la télévision reflète souvent une inclination vers la recherche de l'épate plutôt qu'une sincère conscience sociale. Ils se montrent en révolte contre le régime économique et social entier sans se soucier que celui-ci semble, en somme, satisfaire leurs commettants. En assumant le rôle de perpétuels critiques destructifs, comme si les conditions économiques et sociales n'avaient jamais été pires, ils ont créé un manque de confiance qui nuit à leurs véritables griefs et les empêche de jouer un rôle positif dans l'amélioration des conditions sociales. Le Comité a souligné précédemment que certains éléments de la direction de l'entreprise canadienne devaient changer de mentalité pour que le pays devienne une nation plus innovatrice. Cette observation vaut pour certains éléments de la direction ouvrière canadienne.

Au fond, c'est tout notre régime de relations industrielles et de négociations collectives qui devrait être sérieusement remis en question. La production suppose l'effort conjoint et la collaboration de l'administration du capital et du travail. Mais, dans notre présent régime, la distribution des recettes de la production en fait des concurrents, voire des ennemis qui essaient de tirer la plus large part possible du butin. Il existe une évidente contradiction entre l'étroite collaboration en vue de la production de richesses et la concurrence agressive dans le partage. Dans une ère de grande entreprise et de grand syndicat, une contradiction fondamentale de ce genre ne peut que susciter des luttes acerbes qui compromettent la collaboration nécessaire à la production.

Si, au stade de la production, les animosités engendrées à l'occasion du partage de la richesse affaiblissent l'économie entière et favorisent la montée en flèche de l'inflation, il est évident qu'on reportera l'esprit de collaboration que requiert la production soutenue au moment de la répartition des actions.

Il n'appartient sûrement pas au Comité de proposer la manière de s'y prendre. Il convient toutefois de s'attendre à ce que employeurs et employés, de pair avec les gouvernements, trouvent un moyen efficace de sauvegarder la paix industrielle tout en préservant leurs intérêts respectifs. La Suède et la Suisse ont atteint ce but à la satisfaction réciproque des entreprises et de la main-d'œuvre, tout en réalisant deux des économies les plus innovatrices au monde. Comme solution plus générale à notre problème, il faudrait également étudier sérieusement deux éléments nouveaux au Canada et aux États-Unis qui sont fondamentalement analogues aux régimes suédois et suisse. Le «Plan Scanlon» pour la coopération ouvrière-patronale mérite peut-être une attention particulière. Il porte le nom de Joe Scanlon, aciériste qui conçut et mit en œuvre, sur une grande échelle, une manière nouvelle et fructueuse d'aborder la question.⁴⁸

On entrevoit certaines lueurs d'espoir. Dans le passé, lorsqu'on a pris des mesures préventives et compensatrices appropriées, le mouvement ouvrier canadien a adopté, en général, une attitude progressiste envers la transformation industrielle et le changement technologique. Des dirigeants ouvriers responsables prennent conscience du fait qu'un nombre croissant de compagnies canadiennes affrontent des problèmes de structure d'une étendue considérable et que des mesures radicales s'imposent pour les surmonter. Aussi notre Comité ne craint-il pas outre mesure que le mouvement ouvrier s'oppose aux programmes de transformation et d'innovation convenablement planifiés, en raison des interruptions occasionnelles qu'ils peuvent exiger. Nous prévoyons que la représentation ouvrière dans les groupes de travail industriels chargés de préparer les plans assurera la participation de la population active à cette importante entreprise nationale.

4. *La disponibilité du capital privé*

Le capital constitue un autre élément important. Il sera nécessaire au financement des changements radicaux de structure requis en vue de l'édification d'un fondement plus solide à l'innovation et, par la suite, il s'imposera pour consolider le processus d'innovation même. Le marché des capitaux au Canada aura un rôle essentiel à jouer. Il a toujours été moins dynamique et progressiste que celui des États-Unis, probablement du fait qu'il connut moins de con-

currence, la demande dans l'ensemble excédant habituellement l'offre, et aussi par suite d'une attitude générale voulant que la sécurité valait mieux qu'un rendement plus élevé mais plus aléatoire.

Constatant que les Canadiens ont investi la somme notable de quelque \$12 milliards dans des établissements américains, le Conseil des sciences y alla de cette remarque:

La prudence est une vertu, et l'investisseur canadien prudent n'a guère le choix qu'entre l'industrie canadienne primaire et l'industrie de transformation étrangère. ...⁴⁹

Les institutions financières canadiennes doivent, évidemment, protéger les intérêts de ceux qui les approvisionnent en capitaux, mais toutes autres considérations étant plus ou moins égales, elles ont l'obligation morale de donner préférence aux établissements canadiens dans leurs programmes de placements et de prêts, car leurs fonds émanent principalement d'épargnes canadiennes. Ici encore il est probable que s'impose dans nos institutions financières un changement d'attitude qui serait sûrement accéléré si la Société de développement du Canada se fixait, comme l'un de ses grands objectifs, la tâche d'appuyer la transformation de l'industrie manufacturière secondaire. Comme le patronat et l'ouvrier, la communauté financière canadienne doit participer entièrement à cette entreprise collective.

Le financement des innovations technologiques diffère de celui de la transformation industrielle; il est plus hasardeux et exige un savoir-faire particulier. Les grandes compagnies qui désirent innover peuvent habituellement faire face elles-mêmes à leurs exigences financières. Les difficultés surgissent au niveau des petits établissements et particulièrement à l'occasion du lancement d'entreprises fondées sur une technologie nouvelle. Voici que l'OCDE fait observer à ce sujet:

...les fonds qui peuvent être mis à la disposition des entrepreneurs scientifiques ne dépendent pas seulement du volume des capitaux disponibles dans un pays, mais aussi du degré de confiance et de compréhension existant entre les milieux scientifiques et les milieux de la banque, et aussi du degré de compétence de ces derniers. L'expérience de l'American Research and Development Corporation prouve que le «*venture capitalism*» est une technique très spéciale. Au cours des vingt-et-une années de son existence, cet organisme a examiné plusieurs milliers de propositions et a investi en fin de compte des capitaux dans 98 entreprises, chaque investissements variant, en général, entre 100,000 et 1 million de dollars. Environ un sur cinq de ces investissements a mené à des pertes, mais ils ont porté intérêt dans 43 entreprises, intérêt qui correspond aujourd'hui à environ 16 fois la valeur de la mise originale. La création en Europe d'institutions spécialisées du même ordre est plus récente, mais on en a constitué un certain nombre au cours des

cinq dernières années. Jusqu'à présent, il ressort de leur expérience qu'il existe de vastes possibilités ouvertes aux entreprises fondées sur l'exploitation de connaissances scientifiques, qu'il faut s'efforcer d'établir des liens plus étroits entre les milieux bancaires et scientifiques, instruire les éventuels bailleurs de «venture capital» et diriger vers les créateurs d'entreprises scientifiques une masse de capitaux plus importante.⁵⁰

Le Canada compte quelques petits établissements, comme la Canadian Enterprise Development Corporation, qui peuvent être considérés comme entreprises de capitaux de spéculation. Leur rôle dans le financement des innovations technologiques, cependant, semble n'avoir guère de conséquence. Est-ce en raison de leur manque d'initiative ou parce qu'il n'y eut pas suffisamment d'idées valables au Canada? On peut trouver réponse à cette question dans l'ouvrage de J. J. Brown, *Ideas in Exile* (résumé à l'Appendice 2, Chapitre 6, Volume 1), où il est mentionné que le Canada n'a jamais été à court d'esprits inventifs et que nombre d'inventions significatives n'ont pas été mises en œuvre dans notre pays faute de ressources financières ou industrielles.

Un certain nombre de Canadiens ont apporté à des membres du Comité des idées nouvelles, ne sachant pas où trouver de l'aide pour les transformer en innovations fructueuses. Le Conseil des sciences a également fait remarquer ce qui suit à ce sujet:

Certaines sociétés d'investissement plus audacieuses opèrent au Canada, mais elles sont peu nombreuses et leurs ressources sont limitées. De plus, il y a un manque de communication entre ces sociétés et leurs clients: les sociétés d'investissement s'intéressent, avec raison, à la gestion de l'entreprise. Les entrepreneurs canadiens qui les sollicitent se contentent de leur exposer les bénéfices réalisables, en esquivant l'analyse des problèmes de gestion.⁵¹

Par suite de cette lacune, de bonnes inventions ne se transforment pas en innovations fructueuses ou elles passent à d'autres pays. De l'avis du Comité, ce serait manquer du sens des réalités que de s'attendre que chaque inventeur possède des aptitudes et de l'expérience administratives, de sorte que le vide ne sera jamais comblé si les compagnies de capitaux de spéculation ne sont pas disposées à dispenser les conseils et les services administratifs. Nous espérons donc que ces compagnies se feront mieux connaître au Canada, qu'elles manifesteront plus de combativité dans la recherche d'idées nouvelles et qu'elles étendront le domaine de leur activité aux problèmes connexes de l'administration. En se fondant sur l'expérience britannique et suédoise, il est peu probable que leurs ressources financières et leur consentement à courir des risques suffiront à soutenir toutes les entreprises hasardeuses qui en valent la peine.

5. *Le marché des scientifiques et des ingénieurs qualifiés*

Un marché équilibré de scientifiques et d'ingénieurs constitue évidemment une exigence fondamentale de la stratégie de l'innovation. Le problème que nous affrontons ici ne réside pas dans une pénurie générale de scientifiques et d'ingénieurs qualifiés. Au contraire, si ce n'est dans quelques secteurs, il en existe un surplus grandissant qui pourrait devenir critique si l'industrie n'accroît pas notablement l'innovation ainsi que la R - D. La difficulté repose sur le manque de concordance entre l'offre et la demande.

Les universités canadiennes ont fidèlement suivi le modèle proposé en 1919 que nous avons exposé dans le premier volume. Elles ont mis l'accent sur la formation de spécialistes en sciences pures; elles ont exigé les sciences fondamentales même dans la formation des ingénieurs. Le professeur W. I. Schiff, doyen de la faculté des sciences de l'Université de York, a décrit au Comité ce «syndrome de tour d'ivoire» et son exposé mérite d'être répété ici.

Nous commençons à inculquer à nos étudiants dès leur première année dans nos disciplines scientifiques que la science pure demeure l'unique objectif; qu'elle ne doit pas devenir polluée ou contaminée; et dans notre enseignement, les rapports à la société se mêlent rarement à nos discussions. . . . Nous soulignons alors aux étudiants que les parchemins de spécialisations sont les seuls authentiques et que le diplôme ordinaire n'est qu'un prix de consolation; et, en outre, nous leur signalons que s'ils sont le moins intellectuels, ils doivent continuer leurs études pour obtenir leur doctorat en philosophie. Et alors au niveau du doctorat, la thèse est d'autant plus jugée importante que le sujet en est ésotérique.

Ainsi ce que nous faisons est de reproduire des copies fidèles de nous-mêmes, car, en somme, nous avons si bien réussi que ce que nous pouvons faire de mieux pour les étudiants est de les former à notre propre image. . . . [les diplômés] se retrouvent devant deux difficultés. . . . trouver des emplois, mais une difficulté encore plus grave est que fréquemment, ils ne veulent pas de postes à l'extérieur. Ils veulent des emplois à l'université. Ainsi nous avons contribué nous-mêmes à créer ce monstre.⁵²

On pourrait ajouter que lorsque les diplômés ont été dans l'impossibilité de demeurer aux universités, ils ont surtout cherché à entrer au service des laboratoires du gouvernement. Ils étaient très peu disposés à chercher du travail dans l'industrie, soit pour des raisons idéologiques, soit pour l'impression qu'ils avaient que les travaux de R - D dans ce secteur étaient d'une «valeur éphémère» et trop prosaïque.

Il n'en demeure pas moins que l'histoire du développement industriel fructueux dans la plupart des pays montre qu'il est nécessaire que la majeure partie des scientifiques les plus compétents soient grandement enclins à

relier leurs connaissances techniques à la recherche industrielle. Il est intéressant de noter que Dennis Gabor, récent Prix Nobel en physique, détient plus de 100 brevets.

D'autre part, notre industrie ne s'est pas montrée trop intéressée à engager les diplômés d'universités canadiennes. Ses représentants ont toujours affirmé au Comité «qu'on formait nos scientifiques et nos technologues en vue d'un monde irréel plutôt que d'un monde réel,» qu'il existe dans «les universités . . . l'attitude d'une tour d'ivoire de laquelle on a retranché l'application de la recherche,» qu'un détenteur de doctorat «devient souvent malheureux dans l'industrie parce qu'il se rend vite compte qu'on lui confie un projet pour lequel il n'a reçu aucune formation universitaire,» que les universités devraient apporter plus «d'attention à l'offre d'ingénieurs orientés vers la production,» qu'elles produisent «des gens bien formés, mais qu'ils n'ont pas la préparation nécessaire au travail qu'on désire leur confier,» et que les scientifiques et les ingénieurs diplômés, «ne possèdent pas les connaissances générales qui résulteraient d'une éducation bien agencée.»

Les universités se sont efforcées de former de véritables scientifiques et ingénieurs spécialisés dans les sciences et elles ont été encouragées à agir de la sorte par les stimulants du gouvernement tels que des bourses de maîtres ou d'attachés de recherche et des subventions à la recherche. L'industrie, de son côté, était intéressée à engager des ingénieurs spécialisés orientés vers les procédés d'invention et d'innovation. Tant que le secteur universitaire et les laboratoires du gouvernement poursuivaient leur expansion, les universités pouvaient négliger les besoins industriels sans créer un problème immédiat d'emploi. L'industrie, d'autre part, a été en mesure de répondre à certaines de ses exigences—et souvent à la majorité d'entre elles—par l'immigration.

Ces deux solitudes ne pouvaient toutefois durer indéfiniment. Aujourd'hui l'industrie se plaint que «l'immigration a inondé le pays de diplômés étrangers qui n'ont pas reçu une formation suffisante et qui, en outre, ont de la difficulté à s'adapter aux méthodes canadiennes.»

L'OCDE, dans son rapport sur la politique scientifique canadienne, a évalué l'immigration nette moyenne de scientifiques entre 1954 et 1963 à 3,500 par année, mais elle ajoutait l'avertissement suivant:

Toutefois, dans les pays européens, la conscience du danger d'un exode intellectuel ainsi que l'adoption de mesures en faveur de la recherche nationale ont amené le Canada à conclure qu'il pourrait avoir désormais de plus en plus de difficulté à recruter de la main-d'œuvre scientifique en

Europe. Il devra donc, selon toute vraisemblance, compter de plus en plus sur ses propres universités pour accroître ses effectifs de scientifiques et d'ingénieurs.⁵³

On a déjà souligné que l'industrie doit améliorer la quantité et la qualité de la R - D. A mesure qu'elle s'acheminera dans cette direction, ses besoins de détenteurs de doctorat s'accroîtront, surtout si on élargit leur formation; elle sera plus disposée à les engager et elle pourra leur offrir des emplois plus intéressants. En même temps, l'excédent de scientifiques forcera un plus grand nombre de détenteurs de doctorat à se tourner vers l'industrie pour obtenir un emploi. Dans l'avenir immédiat, on devra peut-être injecter des stimulants supplémentaires des deux côtés afin d'accélérer le processus.

L'industrie pourrait, par exemple, offrir des emplois temporaires aux étudiants qui préparent un doctorat, ce qui pourrait influencer l'orientation de leurs études tout en les préparant intellectuellement et psychologiquement à un emploi permanent dans le secteur industriel.

On doit reconnaître, toutefois, que la demande industrielle de ce genre de main-d'œuvre spécialisée est vraiment limitée, surtout en ce qui a trait aux sciences pures. Ceci signifie que les universités devraient atténuer l'accent qu'elles ont mis sur les sciences de base. On doit arrêter dès maintenant la montée en spirale du «cycle du doctorat» avant qu'elle rende un mauvais service aux étudiants et à l'ensemble du pays. Les universités doivent consacrer plus d'efforts à la formation de bons ingénieurs en sciences, aux niveaux du B.Sc. et de la M.Sc., qui seront en mesure de répondre aux besoins de l'industrie pour mettre en valeur sa capacité d'invention et d'innovation. Elles doivent également établir de quelle façon on pourrait élargir l'enseignement universitaire afin de créer la flexibilité et les talents exigés par la R - D industrielle.

Le secteur universitaire sera peut-être scandalisé du fait qu'à l'avenir il doit mieux répondre aux besoins de l'industrie, mais cela ne sera qu'une preuve additionnelle de l'envergure de la révolution nécessaire dans la mentalité qui règne dans les universités.

Il a été dit que le rapport entre les diplômés en génie et les diplômés en sciences pures est un indice de l'efficacité d'un pays dans le domaine de l'innovation.⁵⁴ Dans la plupart des pays, la proportion des étudiants qui passent leurs premiers grades en sciences pures *plus* leurs premiers grades en génie est demeurée assez stable, mais il existe une différence dans le rapport de ceux qui passent leur premier grade en génie à ceux qui passent leur premier grade en sciences pures. Les chiffres du Japon, de l'Allemagne et du Canada révèlent que de 1956 à 1964 le Japon a produit environ six

ingénieurs pour chaque diplômé en sciences pures, que le chiffre correspondant tombait à environ deux pour ce qui est de l'Allemagne et qu'il passait d'environ deux à moins d'un au Canada. Les circonstances dans les deux premiers pays sont, bien entendu, très différentes des nôtres. Les industries manufacturières de l'Allemagne et du Japon, devant compenser pour le contretemps physique d'envergure causé par la guerre, étaient en plein essor, créant ainsi une demande plus forte d'ingénieurs.

On devrait également mettre en question le rôle de l'université en tant que seule institution en mesure d'offrir l'accès au marché de l'emploi hautement spécialisé. On a peut-être besoin d'autres formes d'établissements pour la formation d'ingénieurs, de technologues et de concepteurs de façon à «comblé ce vide». L'idée de l'université autonome, soit une université qui serait indépendante du financement et du contrôle du gouvernement et qui compterait sur le monde des affaires et sur l'industrie pour obtenir des fonds, pourrait être une forme de solution: les apologistes de l'université indépendante, de toute façon, croient qu'elle répondrait «mieux aux demandes du secteur privé.»⁵⁵

Tout bien considéré, le rajustement que nous proposons ne peut réussir sans la participation active du secteur universitaire mais pareillement les universités ne peuvent le réaliser à elles seules. Elles ont besoin de la collaboration de l'industrie, qui est mieux placée pour prévoir ses propres besoins d'ingénieurs en sciences compétents. La transformation des universités dans ce domaine doit être une entreprise conjointe.

Le Comité recommande, par conséquent, que le ministre d'État à la Science et à la Technologie nomme un groupe de travail composé de représentants des universités et de l'industrie afin d'évaluer le nombre et la distribution des ingénieurs en sciences qualifiés dont aura besoin le secteur industriel au cours des années 1970 et de déterminer les qualités et la formation qu'ils devront avoir, à la lumière des décisions du gouvernement en ce qui a trait aux objectifs et aux stratégies de la R - D industrielle et de l'innovation durant la décennie en cours.

Nous nous rendons compte de la difficulté de cette tâche. La prédiction des exigences scientifiques et technologiques au cours d'un siècle de changement rapide n'est pas chose facile, mais la préparation d'évaluations sur la meilleure base possible est encore préférable à l'absence d'indications. Il sera plus facile de déterminer les qualités et la formation que devront avoir les ingénieurs en sciences compétents pour répondre aux exigences industrielles. Il semble que

les industries ont des vues presque unanimes sur ce sujet et on devra les identifier, les évaluer et, si on les juge justifiées, les mettre en vigueur dans les universités et les autres maisons d'enseignement. Heureusement, bien que le projet d'équilibrer l'offre et la demande soit le plus urgent, il est également le plus facile à définir. En somme, le problème principal ici, tel qu'il a été présenté au Comité, n'en est pas un de quantité mais de qualité. Si l'on entreprend cet effort d'adaptation le plus tôt possible, nous sommes confiants qu'aucun embouteillage dans l'approvisionnement d'effectifs scientifiques et technologiques ne se produira au Canada.

En plus de l'étude proposée, nous croyons qu'il faudrait prendre des mesures plus durables afin de combler la lacune entre les secteurs universitaire et industriel. Ces deux mondes seront toujours différents étant donné que leurs missions ne sont pas les mêmes. Toutefois, ils deviennent de plus en plus interdépendants. Les universités ne pourraient survivre et progresser sans l'industrie et, à mesure que l'ère scientifique et technologique s'étend, l'industrie a besoin des universités. Le fait que par le passé elles ont réussi à vivre séparément et à cultiver un mépris mutuel ne justifie pas le maintien de cet isolement dans l'avenir. On doit s'efforcer d'établir des liens institutionnels qui engendreront non seulement un dialogue soutenu mais une coopération concrète. Cependant, même ici, les modes de communication ne devront pas être imposés par un tiers. On doit laisser cette responsabilité aux deux secteurs. Toutefois, la libre participation a souvent besoin d'une étincelle initiale pour commencer à fonctionner, surtout lorsqu'il s'agit de groupes qui ont rarement eu l'occasion de se rencontrer et de se parler. Nous croyons que l'on doit fournir cette occasion aux universités et à l'industrie canadiennes.

Le ministère de l'Industrie et du Commerce a pris une importante initiative en établissant des instituts de recherche industrielle et des centres de perfectionnement dans certaines universités canadiennes. Mais jusqu'à présent, l'expérience révèle que le succès dépend du milieu local, ainsi que de la compétence et du dynamisme de la direction des affaires, de l'administration universitaire et de la gestion des instituts eux-mêmes.

Le Comité recommande donc que le ministre d'État à la Science et à la Technologie patronne une conférence nationale bien représentative des secteurs universitaire et industriel afin d'examiner leurs rôles complémentaires à l'échelle nationale en ce qui a trait aux sciences, à la technologie et à l'effort d'innovation, aux fins de reconnaître les voies et moyens de les aider à mieux réaliser ensemble leurs missions et d'établir la meilleure base institutionnelle permanente qui permette de maintenir dans l'avenir une liaison et une coopération soutenues.

6. *La gestion de la R – D et de l'innovation industrielles*

Étant donné que les travaux de R – D constituent une source importante d'innovations technologiques, la bonne gestion de ces opérations est un autre élément que nous désirons examiner.

Selon M. Patrick E. Haggerty, président de Texas Instruments, lorsqu'une compagnie décide de créer une capacité d'innovation, cet objectif doit devenir non seulement un engagement précis de la haute direction mais aussi un procédé institutionnel :

... Nous avons fait de grands efforts pour l'institutionnaliser, en mettant au point un système de gestion de l'innovation. Cela consiste en un exposé systématique des objectifs de l'affaire, en un résumé des stratégies qui seront adoptées pour atteindre ces objectifs, et en une série de programmes techniques pour des activités telles que la recherche et le développement, la fabrication et la commercialisation, en insistant sur la nécessité de l'invention et de l'innovation . . .⁵⁶

Le professeur Quinn fait remarquer que le succès de la planification stratégique comporte certains critères essentiels :

1. La mise au point d'objectifs stimulants—mais réalisables—que les gens comprennent et appuient.
2. L'évaluation réaliste des points avantageux et des points faibles de l'organisation par rapport aux forces opposées.
3. L'évaluation précise des occasions futures possibles et des risques éventuels de l'environnement.
4. La considération approfondie de programmes parallèles raisonnables permettant d'atteindre les principaux buts.
5. L'établissement d'une attitude unique fondée sur le lien existant entre les points avantageux et les points faibles de l'organisation.
6. L'engagement de ressources limitées dans un mode déterminé qui respecte cette attitude.
7. L'exécution habile de la stratégie et son adaptation tactique.⁵⁷

Le professeur Quinn a illustré ces procédés en citant trois cas mettant en cause une grande, une moyenne et une petite compagnie.

La majeure partie des innovations industrielles, selon Summer Myers et Donald G. Marquis,⁵⁸ provient de l'amélioration de produits ou de procédés existants et de l'élargissement de leurs applications sur le marché. Il est intéressant de noter que E. Osmond a conclu que ces innovations n'engendrent pas de sérieux problèmes de gestion :

Alliées à une prévision raisonnable et à une étroite collaboration entre les services commerciaux et les services de recherche, (ces activités novatrices) peuvent être efficacement menées sans que le conseil d'administration ait à prendre de décisions réellement importantes. . . .⁵⁹

C'est lorsque les travaux de R - D de la firme s'étendent au lancement de produits et de procédés nouveaux ou à une «innovation radicale,» comme elle doit le faire si elle veut conserver et améliorer sa position à long terme sur le marché, que les problèmes de gestion deviennent plus complexes. M. Marquis a exprimé ses vues sur ce domaine de la stratégie d'innovation :

La gestion de la recherche ne constitue pas seulement la principale différence entre une bonne organisation et une organisation moyenne, mais de toutes les activités fonctionnelles, c'est la plus difficile à mener. Les difficultés particulières qui la concernent ont trois origines. La première est le degré d'incertitude. Il suffit de comparer, par exemple, la certitude avec laquelle on peut établir des plans et des projets en matière de production, de stocks, de ventes ou de «cash flow» avec ce qu'il est possible de faire quand il s'agit de mettre au point un nouveau produit. La deuxième source de difficultés vient du fait qu'on est amené à diriger une nouvelle sorte de personnel qui se considère comme des professionnels. Le personnel scientifique et les ingénieurs diffèrent des autres travailleurs par leurs ambitions, leurs systèmes de valeur, leur attitude et leurs motivations. La troisième source de difficultés consiste à évaluer des résultats alors que chaque recherche est unique et qu'elle ne se répète jamais. Même si l'on était en mesure d'évaluer les résultats, le délai de rétroaction (feedback) est si considérable qu'il est difficile de fonder une planification sur la connaissance des résultats.⁶⁰

Les trois niveaux de travaux d'innovation précités correspondent à trois types de stratégies, parfois décrites comme étant absorbante, défensive et offensive. Les firmes individuelles devraient essayer de mettre au point un mélange des trois stratégies afin de porter au maximum leurs occasions à court et à long terme et d'équilibrer les risques. La plus exigeante, sans aucun doute, est la stratégie offensive, en vertu de laquelle l'innovateur vise à être le premier sur le marché avec une nouvelle génération de produits, tel que le suggère l'OCDE :

Le succès exigera une puissante activité de R - D, une perspicacité et une créativité considérables, sur le plan de la science, de la technologie, des techniques de production, de la commercialisation, et une étroite association entre ces divers facteurs, en même temps qu'un accès à un milieu commercial réceptif aux innovations technologiques. Une telle stratégie entraîne aussi l'acceptation de risques considérables, mais aussi la possibilité de bénéfices importants.⁶¹

Des études empiriques révèlent que bien que les grandes entreprises puissent se permettre d'avoir un personnel assez imposant pour réunir toutes les compétences nécessaires à l'innovation radicale—dans les domaines des sciences, du génie, de la création et de la gestion—le travail tend à créer des tensions entre elles, des conflits entre l'attitude habituelle de l'entreprise et le carac-

tère du changement, entre les innovateurs et les membres de l'administration. Ces études montrent également que dans les grandes entreprises on trouve rarement le climat idéal à la réussite de la R - D—le regroupement de la R - D, de la production et de la commercialisation; les communications fréquentes entre les préposés à la R - D et le reste du personnel; un encouragement spécial aux jeunes scientifiques et ingénieurs qualifiés; une juste mesure entre la liberté individuelle et une ferme direction dans l'exécution des programmes de R - D. Afin de surmonter ces difficultés, M. T. Burns a recommandé une organisation «axée sur l'entreprise» plutôt qu'un effectif «axé sur la direction»:

Dans les entreprises centrées sur la gestion, les problèmes et les tâches relatives à l'objectif d'ensemble sont fractionnés en spécialités. Chaque individu effectue son travail comme s'il s'agissait de quelque chose de distinct des travaux réels de l'entreprise, comme si c'était l'objet d'un contrat de sous-traitance. «Quelqu'un qui se trouve au sommet» est chargé de veiller à ce que ce travail soit en rapport avec l'ensemble. Les méthodes techniques, les obligations et les pouvoirs attachés à chaque fonction sont définis avec précision. Les rapports à l'intérieur de l'appareil gestionnaire tendent à s'établir dans le sens vertical, c'est-à-dire entre supérieurs et subordonnés. Les attitudes professionnelles et le comportement dans le travail sont fixés par des instructions et des décisions émanant des échelons supérieurs. Ce commandement hiérarchique est justifié par l'hypothèse implicite que la connaissance totale de l'entreprise et des tâches qu'elle doit effectuer est le propre, ou devrait être le propre de sa direction. Cette direction, souvent représentée par la hiérarchie complexe qu'on trouve généralement dans les organigrammes, agit selon un système de contrôle simple, l'information remontant jusqu'à elle à travers une succession de filtres, et les décisions et instructions qui émanent d'elle descendant à travers une succession d'amplificateurs.

Les systèmes centrés sur l'esprit d'entreprise sont adaptés à des situations instables; c'est-à-dire à celles où se présentent un certain nombre de problèmes et de nécessités d'action qui ne peuvent pas être fractionnés et répartis entre des spécialistes, au sein d'une hiérarchie strictement déterminée. Chaque individu doit accomplir la tâche qui lui est impartie en se fondant sur la connaissance qu'il a des tâches de toute l'entreprise. Ces tâches s'écartent beaucoup de la définition formelle qui peut en être donnée en termes de méthodes, d'obligations et de pouvoirs, toutes choses qu'il faut constamment définir à nouveau selon les influences qu'elles exercent sur les autres personnes participant à l'ensemble des travaux, et réciproquement. Les influences réciproques s'exercent sur le plan horizontal autant que vertical. Les communications entre personnes de rangs différents tendent à ressembler à des consultations horizontales plutôt qu'à un commandement vertical. *On ne peut plus prêter une quelconque omniscience à la direction de l'affaire.*⁶² [Les soulignés sont de nous.]

Étant donné que les grandes compagnies bien établies tendent à être des organisations axées sur la direction, l'expérience montre que les nouvelles petites entreprises fondées sur les sciences sont souvent en meilleure posture pour mettre en œuvre une stratégie offensive. Elles ne sont pas exposées aux tensions et aux conflits internes et elles n'ont pas à protéger leurs produits existants. Par conséquent, elles ont une plus grande liberté d'action. Il est plus facile pour elles de réaliser les conditions idéales précitées de la réussite de la R - D et leur esprit d'innovation n'est pas paralysé par la bureaucratie administrative. D'autre part, ce genre de petite entreprise accuse généralement un point faible au niveau de la direction, défini par M. J. Bright comme le stade de l'utilisation optimale de l'innovation.⁶³ Plusieurs facteurs peuvent être la cause de ce point faible: l'absence d'une base administrative solide, par exemple, ou le manque de capitaux et de techniques de commercialisation.

M. R. Seiler a questionné les directeurs de recherche sur le degré de précision des évaluations de projets de R - D. Il résume leurs réponses au tableau suivant.

Tableau 21—Opinion des directeurs de recherche sur le degré de précision de l'évaluation des facteurs pouvant influencer sur les projets, 1964

Facteurs	Cote de précision				Tout à fait incertaine	Total
	Excellente	Bonne	Moyenne	Pauvre		
			Pourcentages			
Coût du projet de recherche.....	3.5	27.8	52.2	14.8	1.7	100
Coût du développement si la recherche réussit.....	2.6	38.8	46.6	9.5	2.5	100
Probabilité de succès technique	3.5	51.3	39.9	6.3	0.0	100
Temps nécessaire à l'exécution de la recherche.....	0.9	18.6	50.4	24.8	5.3	100
Main-d'œuvre nécessaire à la réalisation du projet.....	2.6	34.2	53.5	7.0	2.7	100
Probabilité de succès sur le marché.....	3.6	33.6	38.2	14.5	10.1	100
Temps nécessaire au développement.....	1.8	34.5	41.8	17.3	4.6	100
Durée du produit sur le marché si les efforts de R-D sont fructueux.....	4.6	28.0	29.0	23.4	15.0	100
Revenus provenant de la vente du produit si la R-D réussit	5.3	36.0	28.9	27.2	2.6	100
Économies réalisées si la R-D réussit.....	10.7	57.1	14.3	14.3	3.6	100

SOURCE: Seiler, R., *Improving the Effectiveness of Research and Development*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1965 (reproduit dans l'ouvrage de l'OCDE, *Les Conditions . . .*, op. cit., p. 69).

A l'examen des chiffres du présent tableau, on s'aperçoit que lorsqu'on fait une évaluation du coût et du temps requis pour réaliser un projet, on peut obtenir des résultats plus précis dans le cas d'un projet de développement par rapport à un projet de recherche. Selon l'étude, il est plus facile d'évaluer les avantages des nouveaux procédés que ceux des nouveaux produits. On peut prédire avec plus de précision le succès commercial que le succès technique. La faiblesse dominante semble être l'évaluation du marché. Ce domaine relève surtout des sciences sociales et tout particulièrement des spécialistes en commercialisation. Il comporte de grandes difficultés et c'est là l'une des causes d'échec, mais il est fort possible aussi qu'il s'agisse d'un domaine qui a été négligé par la direction de la R-D. Il serait avantageux d'engager des gens plus compétents et d'améliorer les techniques de façon à renforcer cet important secteur de l'évaluation des projets. Un récent rapport de l'Association européenne de gestion de la recherche industrielle dresse un résumé de l'état actuel des connaissances dans l'ensemble de ce domaine de la sélection des projets:

... en général personne n'est très satisfait des procédés actuellement en usage pour la sélection des projets. Presque tous les directeurs de recherche portent un grand intérêt aux méthodes systématiques employées dans ce domaine, bien qu'ils reconnaissent en fait qu'ils ne les utilisent guère. De plus, à mesure que les projets deviennent plus complexes, et que la vitesse du progrès technologique s'accélère, il devient de plus en plus difficile de baser sur l'intuition des décisions sur l'intuition. On éprouve de plus en plus le besoin de rendre explicites les hypothèses et les suppositions implicites sur lesquelles les décisions intuitives se fondent. Si peu satisfaisantes que soient les méthodes systématiques actuelles, l'absence totale de méthodes serait sans doute encore pire. Chacun pense, par conséquent, qu'il est très important de se consacrer à l'amélioration des techniques et peut-être plus important encore d'acquérir une expérience dans l'application de ces techniques; en l'absence d'une telle expérience, les informations essentielles qui, par rétroaction, aideront à un développement ultérieur seront perdues.⁶⁴

Les accords de coopération posent un autre problème. On a suivi deux manières différentes de les aborder. La première vise à mettre en commun une partie des travaux de recherche et de développement exécutés par l'industrie et à créer un institut central au service de l'ensemble de l'industrie. L'Institut canadien de recherche sur les pâtes et papiers en est un exemple. Dans le cas de la seconde manière, plusieurs entreprises appartenant à des industries différentes mettent en commun leurs travaux et leurs installations complémentaires. La Sheridan Park Association, située près de Toronto, cherche à se développer dans ce sens.

En théorie ces deux façons de mettre en commun les travaux et les installations de R – D offrent des avantages distincts et différents. (Elles ne sont pas, soit dit en passant, mutuellement exclusives, bien qu'on ne connaisse pas d'institut central de recherche situé à l'intérieur d'une communauté de recherche.)

La centralisation de la R – D d'une industrie devrait normalement aboutir au rassemblement d'un bon groupe d'ingénieurs en sciences, à une réduction des frais et à un meilleur rendement. Afin d'être couronné de succès, toutefois, le processus de l'innovation doit devenir plus secret et être adapté plus étroitement aux objectifs d'une entreprise individuelle à mesure qu'on approche du but. Il est bien entendu qu'on ne peut pas centraliser tous les travaux de R – D; ainsi, les entreprises individuelles, lorsqu'elles sont assez grandes pour en avoir les moyens, doivent conserver leurs propres divisions de R – D.

Il est intéressant de noter que la mise en commun horizontale des opérations de R – D, qui fut mise à l'épreuve sur une échelle assez considérable en Grande-Bretagne, n'a pas encore connu dans l'ensemble de très bons résultats et qu'au Canada elle s'est limitée à l'industrie des pâtes et papiers, probablement influencée par les subventions du gouvernement. Le Comité croit, toutefois, que ce genre de mise en commun peut jouer un rôle utile au Canada pourvu que sa mission soit bien définie et que la haute direction des compagnies individuelles participe activement à son élaboration afin d'éviter un dédoublement inutile dans leurs propres unités de R – D. Dans l'ensemble, on peut dire que ces organisations centrales seraient préférables aux laboratoires du gouvernement dans le même domaine, étant donné qu'elles seraient reliées de plus près à l'industrie.

La mise en commun de travaux complémentaires de R – D par des entreprises rattachées à différentes industries présente des caractéristiques bien différentes. Ces associations ne se prêtent pas aux rivalités et aux conflits que pourrait entraîner la mise en commun horizontale et elles créent une ambiance plus favorable au libre échange de vues et aux contacts personnels. Toutefois, les installations de R – D des entreprises participantes seraient alors habituellement éloignées de leurs installations de production et de leur haute direction, condition peu favorable à la poursuite de la stratégie d'innovation. En outre, la diversité des industries et leurs exigences différentes pourraient sérieusement restreindre la mise en commun des activités et des installations.

Le principal problème auquel doivent faire face ces associations semble être la façon de choisir les industries en vue de porter au maximum les avantages de la proximité. L'objectif premier, semble-t-il, serait de choisir des en-

treprises appartenant à des industries qui possèdent des liens verticaux ou qui ont besoin de programmes de R – D dans des disciplines connexes. L'impression du Comité sur l'expérience de la Sheridan Park Association est que le choix original des entreprises ne fut pas clairement inspiré par l'objectif, qui était de porter au maximum le pouvoir complémentaire et qu'à cause de cela, on n'a pas encore réalisé tous les avantages qu'on aurait pu retirer de ce genre de collaboration. Toutefois, nous croyons que cette formule, tout comme la mise en commun horizontale, offre des avantages distincts pour un pays d'importance moyenne comme le Canada, pourvu qu'on utilise la bonne stratégie pour mettre en valeur toutes ces possibilités. On doit également considérer la possibilité de passer des contrats à des organisations de R – D telles que la firme A. D. Little and Battelle. Ces sociétés peuvent servir de supplément ou de complément au groupe de R – D d'une compagnie ou même parfois en tenir lieu.

Il semble évident que la gestion est un facteur clé dans la création de la capacité d'innovation et qu'on a encore beaucoup de progrès à faire en ce domaine. Le professeur E. Roberts, de la Sloan School of Management du MIT, a résumé ainsi la situation américaine:

Du fait que la recherche et le développement sont des activités corporatives très récentes pour l'entreprise industrielle, l'art de la gestion en ce qui concerne est encore balbutiant... La recherche et le développement souffrent d'un manque de normes de résultat, de compréhension véritable de son processus et d'un manque d'enseignement de base organisé pour ses dirigeants. Cela explique les manies, les techniques «magiques» et les philosophies sans fondement. Il me semble en vérité qu'il y a plus de mystique dans la recherche et le développement que dans aucun autre domaine de la gestion.⁶⁵

S'il s'agit là de la situation aux États-Unis où l'on a fait le plus de recherche sur ces problèmes, il n'est pas déraisonnable de conclure que les conditions canadiennes sont même pires, étant donné qu'à la connaissance du Comité, on a fait très peu ici pour étudier les méthodes et les résultats des stratégies d'innovation et il est certain qu'on n'a pas consacré assez d'attention à la formation des directeurs de R – D.⁶⁶ On doit faire un effort spécial pour combler ou tout au moins réduire ces deux écarts. A cet égard, les ressources et le champ d'action de l'Association canadienne de gestion de la recherche ont été plutôt limités par rapport aux besoins.

Le Comité croit qu'il incombe clairement aux écoles d'administration de former des directeurs de R – D. Elles devraient devenir les principaux centres de recherche sur les problèmes complexes de la gestion de la R – D et des stratégies d'innovation étant donné qu'il est essentiel d'établir un lien direct entre la recherche et la formation dans ce domaine. Toutefois, elles

ne devraient pas s'acquitter de ces deux responsabilités dans l'isolement. Elles devraient être conseillées par l'Association canadienne de gestion de la recherche et obtenir la collaboration et l'appui du gouvernement canadien.

Le Comité recommande donc:

1. Que le ministre d'État à la Science et à la Technologie établisse un comité spécial formé de représentants des écoles d'administration des universités canadiennes et de l'Association canadienne de gestion de la recherche afin de mettre au point un programme de formation des directeurs de R – D ainsi qu'un programme de recherche sur l'organisation des travaux de R – D et des stratégies d'innovation;

2. Que le comité choisisse des centres canadiens dans diverses régions qui seront principalement responsables du programme de formation proposé et qu'il choisisse les chercheurs les plus compétents pour exécuter le programme de recherche; et

3. Que le ministre d'État à la Science et à la Technologie établisse un programme de bourses d'études qui seront accordées par ce comité de formation de directeurs et qu'il fournisse le financement entier du programme de recherche et une subvention annuelle à l'Association canadienne de la gestion de la recherche pour lui permettre d'étendre son activité concurremment avec les programmes proposés.

Le Comité croit qu'en raison de la demande limitée de directeurs de R – D à l'heure actuelle au Canada, deux institutions se spécialisant dans ce genre de formation seraient suffisantes au début, pourvu qu'elles étendent leurs services aux principales régions du Canada. Mais le programme de recherche devrait être plus décentralisé, afin de permettre la participation de chercheurs compétents parmi ceux qui n'appartiendraient pas aux institutions choisies. Nous croyons également que la collaboration active des directeurs de R – D dans l'industrie et au gouvernement est essentielle afin de garantir la mise en œuvre réaliste des deux programmes proposés. L'Association canadienne, grâce à sa composition diversifiée, est bien placée pour les représenter et pour fournir la collaboration requise; elle doit être renforcée, toutefois, et obtenir un appui financier supplémentaire.

CONCLUSION

Le Comité a découvert que le présent climat privé qui entoure la R – D industrielle et l'innovation au Canada n'est pas sain. Ses points faibles internes ne sont pas insurmontables mais ils sont d'envergure. Dans l'ensemble,

les institutions privées canadiennes n'ont pas été orientées vers l'innovation. Nos industries ont maintenu une attitude passive que la protection tarifaire, l'abondance en ressources naturelles et l'accès facile aux capitaux et au savoir-faire étrangers ont aidé à amplifier. Nos institutions financières sont peu disposées à courir des risques dans un pays où les mises de fonds aventureuses se sont toujours faites rares. Les syndicats ouvriers se sont toujours plus préoccupés de consolider leur position que d'accepter des changements qui pourraient accroître la productivité et soutenir la croissance. Nos universités ont cherché à préserver leur rôle traditionnel de sanctuaires des sciences pures et de la recherche fondamentale. Les directeurs de R - D industrielle, étant trop éloignés de la direction, ont été tentés de cultiver la mystique de la recherche, sans essayer souvent d'en arriver à des normes de rendement ou à une compréhension réelle de la complexité du processus de l'innovation.

Les recommandations et les propositions du Comité exigeront non seulement une révolution structurale dans plusieurs institutions privées mais également la conversion de leurs dirigeants à une nouvelle mentalité et à de nouvelles attitudes. La société canadienne doit devenir collectivement plus créatrice et plus innovatrice. C'est le secteur privé d'abord qui doit se charger de cette opération de grande envergure. Il s'agit là de la seule avenue pratique que le Canada puisse emprunter pour améliorer son rendement dans le domaine de l'innovation et entrer dans la course technologique internationale avant que la décennie ne soit trop avancée.

NOTES ET RENVOIS

1. Garrett Hardin, «The Tragedy of the Commons», *Science*, 13 décembre 1968, p. 1244.
2. Richard E. Caves et Grant L. Reuber, *Canadian Economic Policy and the Impact of International Capital Flows*, University of Toronto Press, 1969, p. 34.
3. John McHale, «World Facts and Trends», *Futures*, vol. 3, n° 3, septembre 1971, pp. 216-301.
4. Meadows, Donella H. et Meadows, Denis L., *The Limits to Growth*, Universe Books, New York (sous presse).
5. Cité par Irving Whynt, «Sure bet for the future: cost of oil will continue to rise», *The Ottawa Journal*, 25 octobre 1971, p. 8.
6. Cité dans «Dearth of minerals is foreseen in U.S.», *The Globe and Mail*, 3 août 1971.
7. John McHale, *op. cit.*
8. M. King Hubbert, «Energy Resources», chapitre 8 de *Resources and Man*, A Study and Recommendations by the Committee on Resources and Man, U.S. National Academy of Sciences—National Research Council, W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1969, pp. 238-239.
9. *L'innovation en difficulté: le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada*, Conseil des sciences du Canada, Rapport n° 15, Information Canada, Ottawa, octobre 1971.
10. J. L. Orr, «A Technological Strategy for Industrial Development», *Industrial Canada*, janvier 1969.

11. Dorothy Walters, *Niveaux et croissance du revenu au Canada; une perspective internationale*, étude n° 23 du personnel du Conseil économique du Canada, Imprimeur de la Reine, 1968.
12. Sir Alec Cairncross, «Government and Innovation», *New Scientist and Science Journal*, 2 septembre 1971, p. 502.
13. Conseil économique du Canada, *Cinquième exposé annuel*, Imprimeur de la Reine, Ottawa 1968, pp. 44-45.
14. Conseil des sciences du Canada, *Vers une politique scientifique nationale pour le Canada*, Imprimeur de la Reine, octobre 1968, p. 1.
15. *Cinquième exposé annuel*, *op. cit.*, p. 61.
16. *Innovation Newsletter*, n° 23, numéro spécial, Rapport sur l'atelier 3 de la conférence, publié par Technology Communications Inc., New York, 1971, p. 6.
17. *Ibid.*
18. James Brian Quinn, «Scientific and Technical Strategy at the National and Major Enterprise Level», mémoire préparé pour le Bureau d'analyse économique de l'UNESCO, symposium sur le rôle de la science et de la technologie dans le développement économique, 11-18 décembre 1968, p. 11 (on peut s'en procurer un exemplaire en s'adressant au professeur Quinn, Amos Tuck School, Dartmouth College).
19. William N. Leonard, «Research and Development in Industrial Growth», *Journal of Political Economy*, mars-avril 1971, p. 232.
20. *Ibid.*, p. 233. (Ici Leonard invoque des études de Griliches 1958; Mansfield 1965b; Sherer 1965; Fellner 1970).
21. *Ibid.*, p. 254.
22. James Brian Quinn, *op. cit.*, p. 57.
23. Donald A. Chisholm, «Thoughts on Innovation in Canada», conférence prononcée à l'assemblée annuelle de l'Association des ingénieurs professionnels de l'Ontario, chapitre de la région de Hamilton, 6 mai 1971, p. 6.
24. *Summary White Paper of Science and Technology—Promoting Development of Japanese Technology*, Agence de science et de technologie du Japon, mars 1969, pp. 3-4.
25. Harold Crookell, «The Marketing Implications of Free Trade between Canada and the U.S.», *The Business Quarterly*, University of Western Ontario, London, Ont., automne 1968.
26. Peter Meyboom, «Technological Innovation in Canada» mémoire de travail n° 7100, Ministère des Finances, Ottawa, 1970. (polycopie)
27. «*Research and Development in U.S. Industry—1969*», National Science Foundation, Washington, D.C.
28. OCDE, *Conditions du succès en innovation technologique*, Paris, 1970, pp. 56 et 57.
29. P.M.S. Blackett, «Memorandum to the Select Committee on Science and Technology», *Second Report from the Select Committee on Science and Technology, Session 1968-69*; Defence Research, H.M.S.O. Londres 1969, p. 90.
30. Peter Meyboom, *op. cit.*
31. Steven Globerman, «The Empirical Relationship between R & D and Industrial Growth in Canada», communication inédite présentée à l'Université de York, Toronto, p. 15.
32. *Ibid.*, pp. 5-6.
33. *Conditions du succès. . .*, *op. cit.*, p. 57.
34. Samuel Lilley, «Technological Progress and the Industrial Revolution», chapitre 3 de *The Fontana Economic History of Europe*, volume 3, Londres, 1970, pp. 39-40.
35. Comité spécial de la politique scientifique, *Délibérations* n° 68, 19 juin 1969, p. 8122.
36. *Ibid.*, p. 8130.
37. *Ibid.*
38. *L'innovation en difficulté. . .*, *op. cit.*, p. 31.
39. OCDE, *Conditions du succès. . .*, *op. cit.*, p. 64.
40. Bien que les tableaux 18 et 19 aient été tirés d'études distinctes, il est fort probable qu'ils concernent essentiellement les mêmes entreprises et que les sociétés dont les ventes sont peu élevées sont celles qui comptent peu de SIQ.
41. OCDE, *Conditions du succès. . .*, *op. cit.*, pp. 85, 86 et 87.
42. Comité spécial de la politique scientifique. *Délibérations*, n° 65, 17 juin 1969, p. 7898.

43. Ibid., p. 7895.
44. Ibid., n° 67, 18 juin 1969, p. 8089.
45. *L'innovation en difficulté...*, *op. cit.*, p. 33.
46. Ibid., p. 32.
47. Chris Argyris, «Organizational Illness: Possible Cures», conférence prononcée à l'Université de Toronto les 15 et 16 octobre 1968, patronnée par la Banque de Commerce Canadienne Impériale et reproduite dans la *Lettre commerciale* d'octobre 1968.
48. The Scanlon Plan, *A Frontier in Labor-Management Cooperation*, éd. par F. G. Lesieur, The M.I.T. Press, Cambridge, 1958.
49. *L'innovation en difficulté...*, *op. cit.*, p. 30.
50. OCDE, *Conditions du succès...*, *op. cit.*, pp. 53-54; voir aussi R. Winsbury, «Financing the Entrepreneur», dans *Management Today*, octobre 1968, et W. Congleton, «Invention and Innovation: The American Experience», dans *Technology and Society*, mai 1969.
51. *L'innovation en difficulté...*, *op. cit.*, p. 30.
52. Comité spécial de la politique scientifique, *Délibérations*, n° 47, 28 mai 1969, pp. 5929-5930.
53. OCDE, *Examens des politiques scientifiques nationales*; Canada, Paris 1969, p. 253.
54. E. Rudd, «Rate of Economic Growth, Technology and the Ph.D.», *Minerva*, printemps 1968.
55. Gillian Peele, «The independent university faces the future», *The Financial Times*, 13 novembre 1971; voir aussi *University, Independence: The Main Questions*, John MacCallum Scott, éd. Rex Collings, Londres, 1971.
56. P. Haggerty, «Innovation and the Private Enterprise System in the United States», conférence prononcée devant la National Academy of Engineering, le 24 avril 1968 (citée par l'OCDE dans *Conditions du succès...*, *op. cit.*, p. 73).
57. James Brian Quinn, *op. cit.*, p. 22.
58. S. Myers et D. Marquis, *Successful Technological Innovations*, National Science Foundation, NSF 69-71, Washington 1969.
59. E. Osmond, «Making the Most of One's Own Resources—Research and Development», communication lue à une conférence nationale sur l'innovation technologique, University of Bradford Management Centre, les 12 et 13 mars 1969 (citée par l'OCDE, *Conditions...*, *op. cit.*, p. 68).
60. D. Marquis, «The Knowledge Base for Education of Research Managers», communication présentée à la 19^e conférence nationale sur l'administration de la recherche, publiée par le Denver Research Institute, avril 1966 (citée par l'OCDE, dans *Conditions...*, *op. cit.*, p. 67).
61. OCDE, *Conditions...*, *op. cit.*, p. 87.
62. T. Burns, «The Innovative Process and the Organization of Industrial Science», dans *Main Speeches, Conference Papers*, volume 5, Association européenne de gestion de la recherche industrielle, Paris 1967 (cité par l'OCDE, *Conditions...*, *op. cit.*, pp. 72-73).
63. James R. Bright, *op. cit.*
64. *Sélection et revue des projets*, rapport n° 1 du groupe de travail n° 6, Paris 1969 (cité par l'OCDE dans *Conditions du succès...*, *op. cit.*, p. 84).
65. E. Roberts, «The Myths of Research Management», dans *Science and Technology*, août 1968 (cité par l'OCDE dans *Conditions...*, *op. cit.*, p. 67).
66. Le Dr Donald A. Chisholm, président de Bell-Northern Research, est une des rares personnes au Canada qui ont publiquement manifesté leur intérêt pour ce domaine. Il faisait récemment remarquer que la R-D «dans sa plus simple expression» doit être considérée «comme le procédé d'organisation qui catalyse les innovations». Il analysait également les changements qui s'imposeront dans le système global de R-D de l'entreprise. Voir «Change and Be Changed; The Road Ahead for R&D», *Telesis* 2/1, printemps 1971, pp. 2-7.

16

L'INFLUENCE DU GOUVERNEMENT SUR LES INNOVATIONS INDUSTRIELLES

La campagne en faveur des innovations que nous venons de décrire n'aurait aucune chance de succès si elle était menée par le seul secteur privé, même si celui-ci y participait activement dans un effort collectif et concerté. Les gouvernements ont joué et sont appelés à jouer un rôle toujours plus grand dans notre économie mixte et leur influence sur le taux de croissance industrielle et sur son orientation peut être énorme. Nous avons pris l'habitude d'envisager le rôle des gouvernements comme étant complémentaire et compensatoire, mais celui-ci peut prendre un caractère décisif dans les secteurs les moins stables de l'activité industrielle privée, comme c'est le cas des innovations technologiques.

Grâce à des politiques visant à atteindre d'autres objectifs nationaux ou régionaux, les gouvernements peuvent créer inconsciemment un climat public favorable ou défavorable au processus d'innovation privé. Ils peuvent aussi prendre des mesures conçues en vue de stimuler l'innovation. Voici ce que disait tout récemment à ce propos Sir Alec Cairncross:

On sert moins la cause de l'innovation en concentrant tous ses efforts sur la R - D qu'en s'attachant à l'efficacité industrielle, car pour être vraiment efficace, l'industrie doit avoir la capacité d'innover avec succès. Le gouvernement garde donc un rôle important à jouer. Même de l'extérieur, il peut contribuer de mille manières à l'efficacité industrielle et, du même coup, encourager la diffusion plus rapide de nouvelles technologies, ce qui devrait être l'objet primordial de sa stratégie. Lui seul peut adapter le système d'enseignement aux besoins d'une société industrielle où les changements technologiques sont rapides et continuels. Il peut essayer de favoriser l'esprit de compétition et d'éliminer les entraves à la liberté du commerce, en particulier

celles qui font obstacle aux innovations. Il peut prendre des initiatives pour réduire l'incertitude, stimuler les investissements et améliorer la qualité de la gestion.¹

C'est également en ce sens que s'expriment, dans un article récent, Holloman et Harger, qui cherchent à convaincre le gouvernement américain d'adopter une perspective plus large dans ses politiques visant à stimuler le processus d'innovation industrielle:

Le gouvernement doit, en quelque sorte, garantir la recherche industrielle et le développement proprement dits, puisque l'économie a toujours eu tendance à ne pas assez investir dans ce secteur. . . . Il le peut soit directement par des subventions, soit indirectement par des abattements fiscaux. Toutes les politiques, celles des sociétés comme celles des gouvernements, qui encouragent les industries ayant un potentiel d'exportation élevé, sont à remettre en cause. . . . Une utilisation efficace de la technologie exige qu'un grand nombre de conditions soient réalisées simultanément; l'absence d'une seule de ces conditions (carence de capitaux ou absence de l'état d'esprit nécessaire chez les dirigeants) peut arrêter entièrement l'innovation technologique ou la diffusion de la technologie au sein de la société.²

Nous nous sommes bornés, dans le présent chapitre, à un examen d'ensemble des répercussions des actes du gouvernement canadien sur le processus d'innovation industrielle. Le Comité a pleinement conscience du rôle important que les provinces peuvent jouer à cet égard. Mais, encore que nous ayons fait quelques remarques générales à ce sujet, nous ne croyons pas que notre mandat englobe le domaine provincial. Nous commençons par montrer la nécessité d'une stratégie nouvelle, cohérente et positive, et par indiquer les objectifs généraux qu'elle devrait poursuivre pour que les initiatives du gouvernement aient des résultats optimums. Ainsi que nous l'avons signalé dans le premier tome de notre rapport, nous estimons que «la première génération» de notre politique scientifique doit comporter une stratégie industrielle.

UNE NOUVELLE POLITIQUE NATIONALE

Depuis la Confédération en 1867, les gouvernements canadiens ont mis en œuvre deux stratégies entièrement différentes pour favoriser le développement économique. Au cours des premières décennies du 20^e siècle, ces deux stratégies se sont superposées. La première, œuvre de Sir John A. Macdonald, se fondait surtout sur la construction du premier chemin de fer transcontinental et sur un tarif protectionniste élevé. Encore qu'à cette époque, nous

n'avions pas le choix d'agir autrement, à long terme le protectionnisme attira au Canada des usines, filiales de sociétés étrangères, qui se contentaient de reproduire pour le marché canadien plus étroit des produits mis au point par leur société mère à l'étranger.

La deuxième stratégie, inaugurée par le gouvernement Laurier, était centrée sur l'ouverture de l'Ouest, ce qui contribua puissamment à l'expansion du secteur secondaire manufacturier dans le centre du Canada. Lorsque Sir Wilfrid Laurier entra en pourparlers avec les États-Unis, en 1911, aux fins d'établir le libre-échange entre nos deux pays, il fut défait aux élections. Entre-temps, la deuxième grande révolution technologique voyait le jour aux États-Unis. Le tarif protectionniste ayant été maintenu, on vit s'implanter au Canada une nouvelle sorte de filiale américaine, à savoir les fabricants de produits de la nouvelle révolution: automobiles et appareils électro-ménagers.

Mais la nouvelle révolution avait besoin de nouvelles ressources: pâte à papier et minerais, sans compter l'énergie hydro-électrique à bas prix. Les Américains se rendirent vite compte qu'ils n'avaient pas ces ressources, du moins pas en quantité suffisante, chez eux, mais que le Canada en possédait. Cela eut pour effet de déclencher une invasion économique américaine dans le secteur des ressources naturelles qui relevait de la compétence provinciale. C'est ainsi que, suite à l'avènement de nouvelles technologies, la stratégie industrielle du Canada passa presque automatiquement du gouvernement fédéral aux provinces. Après la longue période de stagnation où la croissance économique avait marqué le pas, dans la deuxième partie du 19^e siècle, les provinces ne demandaient pas mieux que d'accueillir les capitaux américains et les nouvelles filiales américaines dans le secteur des ressources. Pratiquement, le gouvernement central ne gardait plus désormais entre ses mains que deux domaines importants de la stratégie industrielle, à savoir les politiques tarifaires et celles concernant le commerce d'exportation et il s'en servit pour atteindre plus efficacement les objectifs provinciaux. Dans l'espoir d'accéder plus facilement aux marchés étrangers pour y écouler ses produits primaires, le Canada se fit le principal défenseur d'accords visant à libéraliser les échanges.

Cette stratégie plus ou moins passive engendra une croissance économique rapide. Les besoins, les capitaux et le savoir-faire technique américains ont été des facteurs décisifs dans la croissance canadienne. En 1900, les investissements américains au Canada n'atteignaient que \$205 millions, soit 15.7 pour cent de l'ensemble des investissements étrangers. En 1967, ils s'élevaient à \$28 milliards ou 81 pour cent du total des investissements étrangers à long terme au Canada.

Nous entrons maintenant dans une nouvelle ère de conjoncture économique mondiale et celle-ci est appelée à durer au moins jusqu'à la fin du siècle. Vers l'an 2000 en supposant qu'aucun événement imprévu ne soit intervenu entre-temps, la population mondiale doublera, le commerce extérieur se conformera à de nouvelles normes, les sociétés multinationales auront fini par dominer la scène économique mondiale, les ressources s'épuiseront rapidement et la course technologique internationale redoublera de vitesse. Compte tenu de ce nouveau contexte universel, le Comité a abouti à la conclusion qu'il fallait au Canada une nouvelle politique nationale—une nouvelle stratégie industrielle dans une perspective internationale—et que le gouvernement canadien devrait utiliser tous les moyens à sa disposition pour mettre cette politique en œuvre, avec la participation et la collaboration active des provinces.

Certains Canadiens ne sont pas d'accord sur cette conclusion. Ils prétendent que de nombreux secteurs de notre industrie manufacturière, et même ceux où les filiales dominent, ne seront pas en mesure de soutenir la concurrence étrangère et que dès lors, pour combler l'écart, nous devrions continuer à compter sur les exportations des produits primaires de nos industries de ressources ainsi que sur l'appoint des industries de services. Ce continentalisme subtil, reposant comme il semble le faire sur le principe des avantages comparés et sur les relations complémentaires naturelles qui se sont développées entre les États-Unis et le Canada, pourrait à première vue sembler la solution la plus normale. Peut-être serait-ce, en effet, ce que nous avons de mieux à faire si les réserves mondiales étaient abondantes et augmentaient. Mais il devient de plus en plus évident que c'est tout le contraire. Par conséquent, à long terme, il serait peu sage de continuer à appliquer la stratégie passive d'antan, si alléchante apparaisse-t-elle à court terme.

Nous avons l'impression qu'un nombre croissant de Canadiens veulent une nouvelle stratégie industrielle, encore qu'ils ne soient pas d'accord sur son contenu et sur ses orientations. Deux thèses opposées et extrêmes voient en ce moment le jour.

Selon la première de ces thèses, le gouvernement devrait reprendre à son compte les filiales canadiennes, en particulier dans le domaine des ressources. Ces entreprises socialisées seraient ainsi libres de traiter à un stade plus avancé leurs produits primaires au Canada même et de négocier à leur guise sur les marchés mondiaux. Cette solution aurait sûrement pour effet de provoquer une grave crise constitutionnelle au Canada. Il faudrait verser des sommes énormes, à titre d'indemnité, aux sociétés mères étrangères. Une telle solution serait jugée trop socialiste et partant inacceptable à la majorité des Canadiens. Et en admettant qu'elle soit acceptée, il n'est pas dit que

ces nouvelles entreprises socialisées aient facilement accès aux marchés étrangers; il existera encore, du moins dans les années 1970, d'autres sources d'approvisionnement pour la majorité des produits primaires.

La deuxième thèse, diamétralement opposée à celle-là, préconise le régime du libre échange avec les États-Unis. Même si cette solution continentaliste était acceptable aux deux parties, ce qui est fort douteux, elle aurait pour effet de porter un coup fatal à bon nombre d'industries manufacturières déjà faibles, et elle ne modifierait pas nécessairement la relation verticale qui existe, dans le secteur des ressources entre les sociétés mères et leurs filiales canadiennes. Même si, à long terme, il devenait plus avantageux pour les sociétés américaines de traiter à un stade plus avancé les produits primaires au Canada, rien ne dit que les sociétés mères accepteraient de bon gré la diminution du nombre d'étapes de fabrication qui en résulterait. Enfin, dernière considération, on a pu constater en Europe que les accords de libre échange conduisaient tout naturellement à l'intégration de la plupart des autres domaines de la politique économique. Entre pays aussi différents par la stature que les États-Unis et le Canada, une telle intégration aurait inévitablement pour effet que les politiques économiques du Canada seraient entièrement fixées par Washington et, dans ces conditions, notre pays ne resterait pas longtemps une entité politique séparée et distincte. Sans compter qu'une fois qu'on s'est lancé dans une telle politique, celle-ci est pratiquement irréversible.

Les défenseurs de cette thèse citent souvent à titre d'exemple le développement de l'industrie canadienne du papier-journal. Ils soulignent que cette industrie a connu un rapide essor après l'instauration du libre échange en 1913. Ils oublient que la cause principale de cet essor a été l'imposition, à l'échelon provincial, d'un embargo sur l'exportation de la pâte à papier; ils oublient que dans ce cas-ci, le fait que les filiales canadiennes traitaient la matière première à une étape plus avancée de sa fabrication ne portait pas atteinte aux activités de leurs sociétés mères qui, en majeure partie, s'occupaient de l'impression de quotidiens, mais au contraire était nettement avantageux pour elles en leur permettant d'amples approvisionnements à long terme à des prix plus bas. Il est évident que ce modèle n'est pas applicable dans la plupart des secteurs industriels.

Le Comité pense que le débat sur l'orientation et le contenu à donner à une nouvelle stratégie industrielle pour le Canada a été trop dominé par la question de la propriété étrangère qui touche une corde sensible, ce qui a amené les protagonistes à exprimer des opinions extrêmes et non réalistes. Un nombre croissant de Canadiens se préoccupent de la mainmise et du

contrôle qu'exercent de plus en plus sur l'industrie canadienne les États-Unis, mais se rendent compte en même temps que c'est un risque que nous courons aussi longtemps que nous voudrions tirer avantage de relations économiques étroites avec les États-Unis. En réalité, ce qu'ils voudraient, c'est que les Canadiens et leurs gouvernements abandonnent la stratégie industrielle passive d'antan qui a donné lieu à cette situation. Mais diminuer le contrôle américain sur l'économie canadienne et surveiller plus étroitement les opérations des filiales canadiennes ne sont qu'un aspect d'une nouvelle stratégie positive, dont l'objectif primordial devrait être d'augmenter au maximum le flux des innovations sortant de l'industrie canadienne. Autrement dit, la nouvelle politique nationale devrait reposer principalement sur une stratégie technologique imaginative et créatrice consistant à utiliser à plein le potentiel d'une main-d'œuvre plus instruite, envisagée comme la source principale de la croissance économique future du Canada.

Cet objectif national suppose trois grandes orientations dans les politiques du gouvernement:

1. Le gouvernement canadien et les provinces devraient encourager le secteur secondaire de l'industrie manufacturière à modifier ses structures, de telle sorte qu'il puisse se pencher rapidement et efficacement sur les problèmes de rationalisation et de dimension et jeter les bases d'une capacité d'innover.
2. Quand cette base sera jetée, les politiques du gouvernement devraient viser à encourager le secteur secondaire à utiliser toute sa capacité d'innovation pour pénétrer les marchés internationaux. D'autres pays, plus ou moins grands, ont bien réussi à le faire. La Finlande, par exemple, a construit depuis la deuxième Guerre mondiale plus de la moitié des brise-glace utilisés dans le monde. Le Canada doit pouvoir en faire autant.
3. Si la plupart des industries fondées sur les ressources sont de grandes entreprises, suffisamment spécialisées pour avoir une forte capacité d'innovation, elles ne l'utilisent pas à fond. Les politiques du gouvernement devraient viser à encourager ces entreprises à faire davantage en ce domaine—à ralentir le processus d'épuisement des réserves canadiennes et à combattre la pollution, à réduire leurs coûts et à trouver de nouveaux usages pour leur production, à traiter davantage leurs produits sur place au Canada à un coût qui leur permette de les écouler sous forme de produits finis sur les marchés mondiaux. Les politiques du gouvernement devraient être surtout

centrées sur ce dernier objectif. Nous nous lamentons sur notre rôle de «bûcherons et de porteurs d'eau», mais nous n'avons rien fait pour le changer, si ce n'est au début du siècle, lorsque les provinces ont mis l'embargo sur les exportations de pâte à papier.

Les Canadiens ont tendance à sous-estimer l'avantage que représente pour une société mère le fait de pouvoir se procurer des matières premières dans des pays au régime politique stable. Cet avantage, joint à la pénurie croissante de nombreuses ressources nationales importantes, constitue, dans les négociations, un atout qui lui permettra d'obtenir de traiter à un stade plus avancé ses produits au Canada. De nombreux pays mettent déjà en œuvre avec fruit cette stratégie. L'Ontario, le Manitoba et la Colombie-Britannique devraient maintenant pouvoir traiter sur place certains de leurs minerais.

Par conséquent, le Comité croit que la nouvelle stratégie industrielle et technologique à déployer par le gouvernement canadien devrait consister à créer des unités industrielles plus grandes, à encourager celles-ci à innover, et à tirer davantage parti de nos matières premières en exigeant qu'elles soient traitées sur place. Si, grâce à l'initiative privée autant qu'à l'appui du gouvernement, nous pouvons atteindre ces objectifs, nous aurons jeté les bases d'une croissance économique soutenue et mieux équilibrée.

LE CLIMAT PROPICE AUX INITIATIVES PUBLIQUES

Selon l'industrie canadienne, le fait d'avoir plusieurs politiques gouvernementales est préjudiciable à la rentabilité et à la croissance et, partant, aux innovations industrielles et à l'effort de R - D au Canada. Ce reproche a été fait à maintes reprises devant le Comité au cours des auditions qu'il a tenues (*pour les détails, voir les Délibérations; pour les faits principaux, voir le Chapitre 9, Volume 1*). Voici ce qu'affirmait la Chambre de commerce, dans un mémoire daté de mai 1971 et adressé au président du Comité:

Pour améliorer l'effort de recherche-développement, il est indispensable d'abord que le gouvernement crée aussi rapidement que possible au Canada un climat propice au développement économique.

Il faut ensuite que les industries canadiennes à valeur élevée trouvent de meilleurs débouchés sur les grands marchés étrangers. Grâce à une production à grande échelle, ceci aurait pour effet d'engendrer plus de compétitivité sur le marché national et de permettre un renouveau de croissance au Canada et à l'étranger. Les marchés-clé sont les États-Unis, les pays du Marché commun européen, le Japon et l'A.E.L.E. Le Canada est le seul grand pays

industriel qui ne participe pas directement à un marché de 100 millions de personnes au moins. . . . Faute de réussir à nous implanter de manière satisfaisante sur ces marchés-clé, la Chambre de commerce craint que notre survivance en tant que pays industriel ne soit gravement compromise.

Pour tirer avantage des accords portant sur un meilleur accès aux marchés, la Chambre croit que nous avons besoin de toute urgence d'une *stratégie nationale de l'industrie* qui décèlerait et encouragerait particulièrement les industries secondaires à valeur élevée, ayant retenu sa préférence. Une stratégie industrielle clairement définie, comportant des priorités et bénéficiant de l'appui des pouvoirs publics, serait essentielle au succès de cette politique, compte tenu des difficultés et de la gageure que constitue un véritable accès aux marchés-clé.

Entre-temps, il faut que nous prenions conscience que le déclin que connaît actuellement la recherche-développement industrielle est préjudiciable au pays. Dans le domaine de l'emploi, pour ne citer que celui-là, ce déclin a pour effet d'aggraver la pénurie actuelle de «main-d'œuvre hautement qualifiée.» Mais ce qui est plus grave encore, l'industrie ne parvient pas à constituer un réservoir de ressources scientifiques plus vaste (tant sur le plan de la main-d'œuvre que sur celui de l'équipement) non seulement dans le domaine de la R - D mais dans celui de la technologie de plus en plus complexe de la production. Il est donc indispensable de mettre fin à la tendance actuelle et que celle-ci s'infléchisse, de préférence, dans l'avenir immédiat.

Dans une lettre de mars 1971, adressée au président du Comité, le D^r H. F. Hoerig, vice-président (pour la recherche-développement) de DuPont of Canada Limited, soulève des questions plus précises touchant l'industrie chimique:

Le climat économique engendré par les politiques du gouvernement se caractérise comme suit:

1. Le Canada a réduit son tarif douanier qui est actuellement le plus bas du monde en ce qui concerne les produits chimiques et les produits finis, sans niveaux tarifaires équitables de la part des autres pays. Il accepte d'ouvrir largement son commerce aux importations massives en provenance de pays dont les marchés sont relativement fermés.
2. Taux d'imposition élevé et législation anti-trusts qui empêchent de résoudre efficacement le problème des petites entreprises.
3. Impôt élevé sur la construction et sur les matériaux de construction qui, joint au coût élevé de la main-d'œuvre dans ce secteur et à l'échelle mobile des salaires a pour résultat que le coût d'un placement immobilier, par unité de capacité, est le plus élevé du monde.
4. Le dollar canadien est au pair ou au-dessus du pair par rapport au dollar américain, ce qui place l'industrie dans une position encore plus défavorisée.

Les conditions décrites ci-dessus ont et continueront à exercer une influence néfaste très profonde sur l'ampleur de la recherche-développement dans l'industrie chimique canadienne. C'est un axiome que de dire que l'industrie adapte ses opérations au milieu dans lequel elle doit les effectuer. Dans le contexte de la politique nationale actuelle, il est clair que l'industrie s'orientera vers la simplification de ses séries de produits, se contentant uniquement de fabriquer au Canada les produits plus volumineux, moins vulnérables à la concurrence étrangère par-dessus une frontière ouverte. Avec une marge de production ainsi restreinte, faute de pouvoir diversifier suffisamment la fabrication, force nous est de réduire notre effort de R - D en le ramenant à un niveau compatible avec la situation de fait où les occasions à long terme sont moins nombreuses. Cette tactique qui semble en train de s'implanter est la réponse nécessaire encore que regrettable devant la situation de fait engendrée par les politiques du gouvernement. Faute d'un climat sain propice aux investissements, d'une perspective à long terme, aucun régime de primes de subventions en argent n'est en mesure d'infléchir cette tendance.

Tout en notant que les politiques tarifaires dont parle le D^r Hoerig produisent, en réalité, une forme de rationalisation dans l'industrie chimique, il ne fait pas de doute que celle-ci se paie par un fort démembrement. Les tarifs plus élevés appliqués sur le marché américain ne donnent pas aux fournisseurs canadiens, même s'ils construisaient des usines de mêmes dimensions, les mêmes chances sur le marché américain que celles dont jouissent au Canada les fournisseurs américains.

Ces remarques montrent clairement qu'il existe dans la politique du gouvernement de nombreux aspects qui, tout en sortant du cadre d'une politique de la science proprement dite, exercent cependant une grande influence sur les activités de l'industrie canadienne dans le domaine de l'innovation. Nous énumérons ci-dessous certains des aspects les plus importants des politiques du gouvernement fédéral qui ont des répercussions sur le processus de l'innovation dans le secteur privé.

Politique	Organisme du gouvernement	Répercussions sur les innovations
Du commerce extérieur	Industrie et Commerce	Accès aux marchés internationaux et stimulation des ventes de marchandises canadiennes.
Tarifaire	Finance	Concessions tarifaires réciproques et protection des fabricants canadiens.
Fiscale	Finance	Impôts directs et indirects en relation avec le développement industriel, les investisseurs et les entrepreneurs.

Politique	Organisme du gouvernement	Répercussions sur les innovations
Monétaire	Finance	Masse monétaire; taux d'intérêt influençant les capitaux d'investissement; taux de change influençant les exportations et les importations.
De la propriété étrangère	Finance	Filiales étrangères et capacité d'innover et performances du Canada en ce domaine.
Des approvisionnements	Approvisionnement et Services	Pouvoir d'achat du gouvernement influençant le développement de produits et de nouvelles technologies.
De la concurrence	Consommation et Corporations	Réglementation de l'exercice des monopoles, conversion du secteur secondaire de l'industrie manufacturière.
Des normes	Industrie et Commerce	Normes industrielles concernant la qualité et le bon fonctionnement des produits manufacturés.
Des relations industrielles et de la main-d'œuvre	Travail, Main-d'œuvre et Immigration	Dispositions du code du travail et recyclage des travailleurs qualifiés en fonction des mutations technologiques.
Des brevets	Consommation et sociétés	Protection des brevets en rapport avec l'exploitation des inventions au Canada.
Du développement régional	Expansion économique régionale	Implantation régionale d'industries; fragmentation industrielle.
De lutte contre la pollution	Environnement	Contrôle exercé sur la pollution industrielle et sur l'emploi des technologies.

Les décisions prises dans la majorité de ces secteurs s'inspirent de toute évidence d'objectifs nationaux qui sont autres que l'encouragement des innovations industrielles et de la R - D. Il est logique qu'il en soit ainsi. Mais il reste qu'actuellement ces décisions sont le plus souvent prises sans tenir compte comme il le faudrait de leurs répercussions possibles sur le processus d'innovation. Il s'ensuit qu'elles peuvent créer des obstacles sérieux dont aucun programme d'encouragement direct des innovations industrielles et des activités de R - D, si généreux soit-il, ne saurait annuler les effets. C'est là un des domaines importants où les politiques du gouvernement peuvent diverger et du même coup réduire sensiblement leurs effets bénéfiques.

Loin d'affirmer que les politiques en question devraient être détournées de leurs buts primordiaux, nous pensons qu'au moment où elles sont définies, il faudrait s'efforcer sciemment et systématiquement d'évaluer, à la lumière de la nouvelle stratégie industrielle et technologique que propose le Comité, la nature des répercussions qu'elles sont susceptibles d'avoir sur le processus en

question. Au pire, cet examen montrerait au gouvernement les conséquences probables de ses politiques globales sur le processus d'innovation. Au mieux, il conduirait à des changements qui stimuleraient l'innovation industrielle.

Les domaines que recouvrent ces politiques sont si nombreux et si vastes que notre examen ne saurait être complet. Nous voulons attirer l'attention sur certains points particuliers, mais notre but principal est de convaincre le gouvernement de la nécessité de créer un mécanisme interministériel chargé d'étudier l'impact de chacun de ces domaines sur le flux des innovations industrielles, de manière que les gouvernements puissent se rendre compte de toutes les implications de leurs politiques et, le cas échéant, faire au Cabinet les recommandations qui s'imposent.

1. *Politique du commerce et des tarifs*

Ainsi que le faisait remarquer la Chambre de commerce dans son mémoire cité plus haut, le Canada est un des rares pays très industrialisés dont les produits finis n'ont pas librement accès à un marché de quelque 100 millions de consommateurs ou davantage. La Communauté économique européenne qui était déjà le plus important groupement de pays pratiquant le libre-échange non seulement envisage d'accueillir le Royaume-Uni, le Danemark, la Norvège et l'Irlande, mais elle discute en ce moment la libéralisation éventuelle du commerce des produits industriels—à l'exception de certaines denrées très sensibles—avec la Suède, la Suisse, l'Autriche, la Finlande, le Portugal et l'Islande, ce qui donnera lieu à un marché libre de l'ordre de 300 millions de personnes.

Les barrières commerciales n'empêchent pas nécessairement les produits d'une économie où l'innovation occupe une place très importante d'envahir les marchés étrangers. Elles constituent cependant un sérieux handicap; et du fait que la technologie sur laquelle s'appuie le produit est diffusée dans le monde entier, le nombre de concurrents augmente et les marges de profits tendent à diminuer. Une grande partie de l'industrie canadienne repose sur une technologie arrivée à maturité et il est probable qu'il continuera à en être ainsi. Une zone nord-atlantique de libre-échange pourrait présenter pour nous un réel avantage, mais pas au cours de la présente décennie. Plusieurs membres de la Communauté économique européenne refuseraient au Canada une participation entière, encore que l'hypothèse d'arrangements spéciaux pour les produits industriels, du genre des dispositions qui font actuellement l'objet de pourparlers avec la Suède et les autres pays, ne soit pas à écarter.

Si l'isolement de notre pays, pour l'heure tout au moins, doit nous préoccuper, il ne justifie cependant pas la panique. Mieux vaut réserver nos

options et ne pas chercher à obtenir immédiatement un réalignement fondamental que nous pourrions regretter dans les années 1980. Les politiques commerciales des autres pays qui sont élaborées en ce moment sont contradictoires, embrouillées—et il est à peu près certain qu'elles ne seront que temporaires. La probabilité d'une guerre commerciale menant à un protectionnisme accru est à écarter. Renforcée par la Grande-Bretagne, le Danemark, la Norvège et l'Irlande, la C.E.E. va représenter plus d'un tiers du commerce mondial. Elle aura besoin du marché américain pour maintenir sa prospérité—et *a fortiori* si elle accueille à titre de partenaires spéciaux des pays comme la Suède, la Suisse et la Finlande. Le Japon n'est assurément pas en mesure de se tenir à l'écart des marchés mondiaux. Les États-Unis, tout en ne représentant qu'une part de 15 pour cent environ du commerce mondial, veulent augmenter leurs exportations et ce n'est certes pas en élevant continuellement leurs tarifs douaniers qu'ils y arriveront. Toutes ces raisons nous portent à croire qu'il faut plutôt s'attendre à voir s'instaurer à la longue un peu partout dans le monde des politiques commerciales plus libérales et non l'inverse.

La confusion actuelle entraînera certainement de nouvelles négociations. Il est temps que le Canada réexamine sa position. Au lieu de tâcher d'obtenir pour ses matières premières et pour ses produits primaires l'accès le plus favorable sur les marchés étrangers, il devrait plutôt s'efforcer d'abaisser les obstacles qui s'opposent à l'écoulement de ses produits manufacturés sur les marchés traditionnels et de trouver de nouveaux débouchés ailleurs. Cet objectif serait plus aisément atteint si nous pouvions compter sur la réduction des barrières tarifaires et non tarifaires importantes qui continuent à freiner l'écoulement des produits manufacturés canadiens sur les marchés étrangers. Le Comité propose de donner au principe de tarifs égaux applicables à tous les produits manufacturés une place centrale dans nos futures négociations commerciales, de manière à mettre les fabricants canadiens sur le même pied que leurs concurrents étrangers, tant sur le marché national que sur les marchés extérieurs, et à permettre de développer au Canada, sur une base équitable, de nouveaux produits manufacturés.

L'exploitation en vue de l'exportation des immenses réserves de ressources naturelles du Canada, gisements miniers et eau compris, devrait devenir entre nos mains une arme de négociation de plus en plus puissante qui nous permette d'obtenir des concessions pour nos produits manufacturés au lieu d'être uniquement l'objectif principal de nos négociations commerciales. Bon nombre de ces matériaux industriels stratégiques sont appelés à devenir de plus en plus rares dans le monde. Nous pourrions également établir un

système différentiel de prix qui avantagerait les fabricants canadiens, comme cela s'est fait pour certains métaux, le cuivre et le nickel. Une politique comme celle-ci pourrait encourager les industriels à traiter davantage leurs produits sur place au Canada. Il est aussi prudent que légitime de faire jouer dans les négociations commerciales l'atout que représente pour les utilisateurs étrangers l'accès à des richesses irremplaçables, pour favoriser l'essor de notre propre secteur secondaire manufacturier. Ce changement radical dans notre stratégie est non seulement possible aujourd'hui mais encore indispensable pour étayer notre nouvelle politique nationale.

2. *Politique fiscale et monétaire*

Dans un système dominé par l'entreprise privée, le régime fiscal et le climat qui l'entoure ont une influence considérable sur les décisions prises dans le monde des affaires et sur l'aptitude de l'industrie à attirer les capitaux. Ces facteurs ont des répercussions particulièrement énormes sur les activités de R-D et sur les innovations; en effet, les dépenses au titre de l'innovation étant le type d'investissement privé le plus instable sont les premières à se trouver réduites lorsque les perspectives commerciales s'assombrissent. La correspondance étroite qui existe entre les périodes de récession et la réduction des dépenses de R-D industrielle, si elle révèle une politique à courte vue en ce qui concerne les innovations, indique non moins clairement que ces dépenses sont considérées comme marginales.

Depuis la publication, en 1969, du Livre blanc intitulé *Résumé de la législation sur la réforme fiscale (1971)*, l'incertitude qui planait sur les intentions du gouvernement a empêché l'industrie d'élaborer des plans à long terme. Ceci a eu un effet particulièrement désastreux sur le financement de la R-D par l'industrie.

Le discours budgétaire du 18 juin 1971 de l'hon. E. J. Benson a atténué quelque peu ce climat d'incertitude et a amélioré la situation en ce qui concerne l'impôt sur les sociétés. Dans sa déclaration du 14 octobre 1971, le ministre des finances annonçait de nouveaux abattements fiscaux. Toutefois, le long débat parlementaire sur la réforme fiscale ainsi que les nombreux amendements introduits par le gouvernement ont créé de nouveaux facteurs d'incertitude. L'adoption par le Parlement de la nouvelle législation sur la réforme fiscale elle-même n'a pas entièrement réussi à éclaircir cette situation embrouillée. Certains disent que c'est là le prix qu'il faut payer pour une grande réforme qui se traduira pour nous par un régime fiscal bien meilleur.

D'autres estiment que les changements sont trop radicaux ou insuffisants et que l'on aurait dû nous accorder plus de temps pour les examiner à fond.

En l'occurrence, le Comité se borne à inviter le gouvernement à réexaminer de manière permanente les effets de la nouvelle législation sur le processus d'innovation industrielle et à être disposé, en temps voulu, à supprimer les obstacles qui, suite à l'interprétation de la législation par les autorités concernées, pourraient contrarier les activités de R - D.

Nous proposons donc qu'avant d'arrêter définitivement toute nouvelle politique fiscale, le gouvernement envisage les répercussions possibles de cette politique sur le processus d'innovation, les moyens d'améliorer celui-ci, et en particulier ses effets éventuels sur l'aptitude des sociétés canadiennes à soutenir la concurrence étrangère sur les marchés mondiaux. Tout en continuant à servir aux fins auxquelles il est destiné, le régime fiscal pourrait aussi être envisagé comme un aspect important d'une stratégie industrielle et technologique globale. Dans cette optique, le Comité suggère que le ministère des finances compte toujours parmi son personnel un conseiller en politique scientifique compétent.

Depuis quelques mois, la politique de resserrement budgétaire a été abandonnée. La masse monétaire a été accrue et les taux d'intérêt ont été réduits. Le Comité conclut que le tournant qu'a pris la politique monétaire en 1971 a contribué à instaurer un climat favorable à la croissance économique et espère qu'il continuera à en être ainsi.

3. *Politique de la propriété étrangère*

C'est au cours de la première révolution industrielle, vers la fin du 18^e siècle, que fut instauré le système manufacturier. Un siècle plus tard, la grande société moderne voyait le jour, sous les auspices de la deuxième grande révolution technologique. La société multinationale est née avec la troisième révolution industrielle, qui se situe vers la fin des années 1950, dans le cadre de structures d'échanges dont le Marché commun européen nous offre un exemple.

Pour le Canada, la transition entre les formes continentale et internationale d'organisation industrielle fut pratiquement imperceptible. L'invasion économique américaine continuait. En 1939, par exemple, la part américaine dans le total des investissements étrangers au Canada s'établissait déjà à 60 pour cent. Depuis 1945, cette part est restée relativement stable, progressant lentement et passant de 70 à 80 pour cent sur une période de 22 ans. Pendant ce laps de temps, les investissements américains ont passé, en chiffres absolus, de

\$5 milliards à \$28 milliards. Ils ont progressé à un taux plus rapide que les investissements britanniques (qui autrefois étaient dominants), mais moins rapidement que les entrées de capitaux de tous les autres pays ensemble. Voici comment s'établissent les taux de croissance moyens annuels pour la période 1945-1966:

États-Unis.....	8.1%
Royaume-Uni.....	3.4%
Tous les autres pays.....	10.5%

Ces chiffres figurent dans le tableau 22 ou peuvent en être déduits:

Tableau 22—Capitaux étrangers investis au Canada, par pays d'origine, et pour certaines années

Année	États-Unis	Royaume-Uni*	Autres pays	Total
	(en millions de dollars)			
1939.....	4,151	2,476	286	6,913
1945.....	4,990	1,750	352	7,092
1951.....	7,259	1,778	440	9,477
1955.....	10,275	2,356	842	13,473
1956.....	11,780	2,668	1,112	15,569
1957.....	13,264	2,917	1,283	17,464
1958.....	14,436	3,088	1,481	19,005
1959.....	15,826	3,199	1,832	20,857
1960.....	16,718	3,359	2,137	22,214
1961.....	18,001	3,381	2,224	23,606
1962.....	19,155	3,399	2,335	24,889
1963.....	20,479	3,331	2,324	26,134
1964.....	21,443	3,476	2,448	27,367
1965.....	23,305	3,498	2,704	29,507
1966.....	25,724	3,518	2,850	32,092

SOURCE: *Annuaire du Canada*, 1961 et 1969, et Bureau fédéral de la statistique.

*Ces chiffres comprennent des investissements détenus pour le compte de résidents d'autres pays.

Les sociétés multinationales sont devenues aujourd'hui un sujet de préoccupation nationale dans le monde entier. Voici ce que disait à ce sujet le récent rapport Brooks, parrainé par l'OCDE:

Leur puissance accrue et leur grande souplesse (des entreprises multinationales) créent des problèmes et des conflits entre ces entreprises et les pays d'accueil, qui voient souvent diminuer leur autorité, en particulier lorsque les objectifs des firmes multinationales ne concordent pas avec les objectifs socio-économiques des pays où elles opèrent. ... Dans ces conditions, une

compréhension mutuelle est nécessaire entre les gouvernements des pays d'accueil et les directions des firmes multinationales afin d'harmoniser les objectifs des premiers et les stratégies des secondes.³

Anthony Wedgwood Benn, ancien ministre de la technologie dans le gouvernement travailliste de Grande-Bretagne, disait récemment en parlant du pouvoir des firmes multinationales:

Je doute que le pouvoir politique du gouvernement s'exprime encore par les activités de ses sociétés nationales, qui sont devenues planétaires. Il y a quelques années, lorsque, au ministère de la technologie, nous étions en train de définir une politique industrielle pour faire face aux sociétés multinationales et qu'Henry Ford venait nous parler de ses plans d'investissement, ou que Fritz Philips venait à Londres pour discuter avec IRD, on voyait clairement qu'on avait affaire à des chefs d'États souverains, avec lesquels il fallait établir des relations diplomatiques.

L'an dernier, j'ai découvert lors d'entretiens que j'ai eus au ministère du commerce et au département d'État à Washington, que les Américains commençaient à peine à se rendre compte que les relations entre le gouvernement fédéral et IBM ou General Motors étaient de même nature. Ces petites principautés fonctionnaient avec très peu de liens officiels avec l'Administration, si ce n'est qu'elles évitaient tout ce qui aurait pu constituer une infraction à la législation anti-trusts.⁴

La montée des sociétés multinationales semble avoir suscité deux tendances différentes dans les investissements américains au Canada. Elle est probablement la cause du ralentissement du flux des capitaux américains dans les industries manufacturières, en raison de la facilité avec laquelle il est possible aux sociétés multinationales de redistribuer leur production entre leurs différentes filiales établies dans les divers pays pour avoir plus aisément accès à d'autres marchés. Le but de la mesure américaine DISC (Sociétés nationales de ventes à l'étranger) est d'encourager les sociétés multinationales ayant leur siège social aux États-Unis à fabriquer aux États-Unis ou à rapatrier leur fabrication en leur permettant de différer le paiement de l'impôt sur une tranche importante des gains résultant des exportations. Cette mesure pourrait nuire considérablement à nos intérêts en ralentissant l'activité des filiales canadiennes.

Par ailleurs, l'expansion des sociétés multinationales qui ont leur siège social aux États-Unis dans le secteur secondaire manufacturier a contribué à la croissance des investissements américains dans les industries d'exploitation des ressources canadiennes. Appliquée efficacement, la mesure DISC aurait pour effet de prolonger cette tendance.

Ceci prouve une fois de plus que pour comprendre le double aspect du problème de la propriété étrangère et mettre au point des politiques réalistes pour y faire face, il est nécessaire de bien faire la distinction entre les filiales qui fabriquent des produits finis et celles qui sont fondées sur l'exploitation des richesses naturelles.

Quelle que soit l'orientation que prenne dans l'avenir la politique américaine dans le secteur secondaire—que l'on continue à appliquer le concept de sociétés multinationales ou que l'on cherche à «rapatrier» la production de ces filiales—les filiales canadiennes qui étaient conçues comme des versions en miniature de leurs sociétés mères sont appelées à devenir un passif plutôt qu'un actif, et ce non seulement pour lesdites sociétés mères mais pour l'économie des États-Unis tout entière. S'il est possible que la politique américaine consiste à laisser dépérir graduellement ces filiales, sous leur forme actuelle de satellites, il est tout aussi possible que les sociétés mères préféreront leur rendre leur liberté, leur permettant ainsi de se spécialiser et d'innover, plutôt que de les maintenir dans une position de non-rentabilité et perdre en fin de compte d'importants investissements.

Ces filiales auraient pu, dans le passé, jouer un rôle utile dans l'économie canadienne, mais à quelques exceptions près, leur inaptitude à innover et le plafond imposé à leur croissance constituent aujourd'hui une faiblesse fondamentale de notre économie; deux exceptions sont toutefois à signaler: l'industrie de l'automobile en raison de l'accord sur l'automobile, et le domaine militaire, lequel est couvert par nos accords de défense avec les États-Unis. Voici ce que dit à ce sujet le professeur Roger Dehem, de l'Université Laval:

A la lumière de ce que nous voyons en Suède, en Hollande, en Suisse et dans d'autres petits pays où la croissance de l'industrie manufacturière à grande échelle a été plus rapide que celle des petits marchés nationaux, à mon avis, ce qui a surtout inhibé la croissance de l'industrie manufacturière au Canada, ce n'est pas l'étroitesse du marché national, mais *le caractère de satellite de la majorité de nos entreprises les plus importantes*. Celles-ci ont été établies au Canada, grâce au tarif canadien, par de grandes sociétés américaines. Elles y ont été établies non pas comme des concurrents supplémentaires sur les marchés mondiaux, mais comme des filiales obéissantes, devant se confiner uniquement au marché canadien ou, dans certains cas, à la zone du Commonwealth.⁵

Ce statut «colonial» des filiales canadiennes empêche aujourd'hui la croissance, la diversification de la production et l'innovation. Ces filiales sont même assujetties aux politiques commerciales et à la législation sur les monopoles des États-Unis. Avant que le président Nixon n'ait annoncé sa nouvelle politi-

que économique, plusieurs sociétés américaines avaient commencé à rationaliser la production de leurs filiales en intégrant celle-ci aux opérations de la société mère. Mais cela ne suffit pas. Un tel tournant dans la politique peut aussi affaiblir le Canada, comme le fait observer le professeur Crookell de l'Université de Western Ontario:

... si [les autres industries] emboîtent le pas aux fabricants d'automobiles et rationalisent leurs opérations uniquement sous l'angle de la production, cela signifie qu'une industrie canadienne de plus va perdre son personnel de direction et son personnel spécialisé, et du même coup abandonner tout espoir d'innover dans le futur. Dans un environnement changeant, perdre le pouvoir d'innover équivaut à abandonner la maîtrise de son propre avenir à ceux qui gardent ce pouvoir.⁶

Le Canada ne peut se payer le luxe de laisser périr ou paralyser les filiales de son secteur secondaire de l'industrie. Il faut que ces filiales puissent participer à l'effort d'innovation dont nous avons parlé plus haut—il faut qu'elles puissent se spécialiser, exporter et innover. Le moment semble venu pour le gouvernement canadien de prendre des initiatives positives en ce domaine. Protéger la rentabilité des capitaux investis au Canada par des sociétés étrangères est de plus en plus compatible avec les objectifs canadiens.

Les initiatives du gouvernement ne devraient pas consister uniquement à empêcher les rachats indésirables de sociétés. Il y a bien d'autres changements nécessaires. Il faudra prévoir des stimulants destinés à encourager les sociétés mères américaines à «canadianiser» en quelque sorte leurs opérations dans notre pays. Une mesure du genre de DISC qu'ont adoptée les États-Unis serait peut-être nécessaire pour encourager les filiales, ainsi que d'autres entreprises manufacturières canadiennes, à exporter davantage et, partant, indirectement à se spécialiser et à innover. Cette manière d'aborder le problème aurait peut-être plus de chances d'accroître la production manufacturière et le nombre d'emplois au Canada que le programme actuellement mis en œuvre par le gouvernement aux termes de la loi de soutien de l'emploi du 7 septembre 1971, qui se contente de dédommager les entreprises pour le préjudice qu'elles subissent du fait de la réduction de leurs exportations. Une fois de plus, comment oserait-on espérer qu'une firme canadienne l'emporte sur une firme étrangère lors d'un rachat de société, si cette dernière est autorisée par son gouvernement à déduire, dans sa déclaration d'impôt, à titre de dépenses commerciales, les intérêts qu'elle a versés sur l'argent emprunté pour faire cette acquisition? Et que dire de l'impôt de 15 pour cent retenu à la source, qui empêche les Canadiens d'emprunter sur les marchés

de l'Euro-dollar et du dollar asiatique? Tandis que les capitaux destinés à des mises de fonds dans une société affluent librement des États-Unis, on déconseille aux provinces et aux municipalités canadiennes de vendre leurs obligations sur le marché américain; enfin, bien des filiales qui sont entièrement aux mains de l'étranger sont en mesure de satisfaire leurs besoins financiers en empruntant sur le marché canadien au lieu de se voir contraintes de vendre des parts d'actionnaires aux résidents canadiens. Dans ces conditions, est-ce trop demander qu'à l'avenir toute assistance fédérale et provinciale, sous quelque forme que ce soit, aux filiales d'entreprises manufacturières soit subordonnée à l'assurance que ces firmes seront libres de se spécialiser et d'innover au Canada et de vendre leurs produits à l'étranger au même titre que les sociétés canadiennes?

Bien que la question de la propriété étrangère ne soit pas du ressort du Comité, nous estimons que, pour faire suite aux recommandations du rapport Gray, le gouvernement canadien doit prendre des mesures pour remédier aux lacunes existantes et encourager efficacement les sociétés mères étrangères à «canadianiser» leurs opérations. Faute de quoi, la révolution industrielle dans le secteur secondaire de l'industrie canadienne, si urgente soit-elle, pourrait bien avorter. Faire en sorte que ce secteur vital de l'économie canadienne résiste aux effets neutralisants de la course technologique internationale et des nouveaux schémas de commerce est devenu une tâche nationale urgente.

Les industries d'exploitation des ressources constituent le second volet de la question de la propriété étrangère. Les problèmes de politique auxquels nous avons à faire face ici sont entièrement différents; il s'agit surtout de la surexploitation des richesses canadiennes, du recyclage des déchets, de la recherche de nouvelles utilisations pour nos produits primaires, des politiques de coûts et de prix suivies par les filiales, et du traitement au Canada des produits finis destinés à l'exportation. La prospection pourrait, avec la participation du gouvernement, devenir une entreprise commune, ce qui permettrait au public de connaître l'étendue des réserves canadiennes. Les abattements ou stimulants fiscaux octroyés pour la mise en valeur des ressources canadiennes devraient être aussi avantageux pour les firmes canadiennes qu'ils le sont pour les sociétés dont le siège social est situé à l'étranger. Dans le cas de l'industrie de l'exploitation des ressources, une mesure analogue à la société DISC instituée aux États-Unis—ou toute autre forme d'aide du gouvernement tendant à encourager les innovations et les exportations—pourrait être appliquée uniquement aux sociétés qui, aux termes d'arrangements, traitent une fraction donnée de leurs produits primaires sur place au Canada. Les exportations de matières premières, en particulier des ressources non

renouvelables et de l'énergie, devraient être fixées en tenant compte non seulement des besoins futurs du Canada, mais aussi des approvisionnements et des besoins mondiaux à long terme.

Ces idées, le Comité se contente de les formuler sans en faire expressément des recommandations, mais il espère toutefois que tous les paliers de gouvernement au Canada les examineront attentivement. Nous sommes convaincus que le Canada a besoin de mettre en œuvre une politique qui encourage la «canadianisation» des filiales du secteur secondaire de l'industrie et le traitement sur place au Canada des produits primaires, s'il veut que notre génération et celles qui la suivront retirent un maximum de bénéfices à long terme de nos richesses nationales. Ainsi, le problème de la propriété étrangère, au lieu d'une solution isolée, trouverait une orientation qui s'inscrirait dans la nouvelle stratégie industrielle globale.

4. *Politique des approvisionnements*

Les approvisionnements du gouvernement constituent également un domaine dont les normes et procédés ont été élaborés isolément, sans que personne ait véritablement songé au rôle important qu'il pourrait jouer s'il s'inscrivait dans une stratégie industrielle et technologique globale. Au palier fédéral, l'achat de la majorité des biens et services est aux mains du ministère des Approvisionnements et Services, du ministère des Travaux publics et de certaines sociétés de la Couronne. Ni la supériorité technologique, ni l'innovation ne sont, en général, des facteurs qui entrent en considération dans les appels d'offre. C'est l'offre la plus basse qui, presque toujours, l'emporte pourvu que la compétence technique normale soit garantie. Il est regrettable qu'il en soit ainsi. A cet égard, l'OCDE a émis les remarques suivantes:

En tant que client important de nombreuses industries, l'État exerce une grande influence sur les pressions, les stimulants et les obstacles qui affectent l'innovation, par le biais de ses méthodes d'achat; en d'autres termes, par l'influence qu'il exerce non pas sur la technologie elle-même mais sur le marché auquel la technologie peut s'appliquer. En agissant comme un client éclairé et prévoyant, l'État peut atténuer certaines des incertitudes considérables qui demeurent liées, nous l'avons vu, au marché de l'innovation technologique. Cependant, comme le souligne un récent rapport adressé au gouvernement français, il est important de maintenir la concurrence entre les fournisseurs potentiels en évitant le double danger d'une rotation «équitable» et garantie des commandes à un certain nombre de fournisseurs, et celui du monopole d'un fournisseur.⁷

Les différents paliers de gouvernement, municipalités et commissions scolaires comprises, constituent la plus grande concentration de pouvoir d'achat existant au Canada. Les organismes du gouvernement pourraient apprendre à évaluer leurs besoins futurs en tenant compte de l'évolution de la technologie et à spécifier les produits ou les normes de fonctionnement requises en regard de cette évaluation. Non seulement ces organismes seraient ainsi mieux en mesure d'améliorer leur productivité et la qualité de leurs services ou de réduire leurs coûts, mais cette manière de procéder serait un stimulant puissant pour l'innovation industrielle et aurait, de surcroît, des retombées bien-faisantes sur le secteur privé et sur le commerce d'exportation canadien, tout en étant avantageuse pour les organismes gouvernementaux en question.

L'OCDE a noté qu'un grand nombre de pays ont recours avec succès à cette méthode d'approvisionnement dans les domaines de la défense et de l'énergie. C'est le cas du Canada. Si utiliser cette méthode dans d'autres domaines est susceptible de présenter des difficultés, il n'en reste pas moins qu'il doit être possible d'améliorer la situation actuelle. Nous espérons que, grâce au mécanisme central que nous allons proposer, l'on utilisera au maximum ce puissant instrument pour encourager les innovations au Canada.

5. Politique de la concurrence

Nombre d'industries manufacturières du secteur secondaire présentent une grave lacune; elles sont fragmentées en entreprises de petites tailles mais non spécialisées, qui écoulent surtout leurs produits sur le marché canadien. Le fait qu'elles ne se spécialisent pas réduit leur aptitude à innover ou à soutenir la concurrence étrangère sur les marchés d'exportation. Cette fragmentation, tout en ayant d'autres causes, peut être perpétuée par la politique canadienne de la concurrence, voire par l'application au Canada de législations américaines ou par l'application de décisions de tribunaux américains aux filiales canadiennes de sociétés américaines. Le meilleur—ou le pire—exemple nous en est fourni par l'ordonnance juridique des États-Unis enjoignant à DuPont de résilier son accord avec Imperial Chemical Limited, son concurrent britannique. Ces deux sociétés étrangères étaient copropriétaires de Canadian Industries Ltd. qui, pour se conformer à l'injonction du tribunal américain, se vit ainsi forcée d'abandonner la production de toute une gamme de produits à une nouvelle société, DuPont of Canada Ltd. Le gouvernement canadien devrait prendre toutes les mesures qui sont nécessaires pour empêcher l'application extraterritoriale des lois américaines aux filiales canadiennes de

sociétés américaines, et il n'est pas douteux que finalement, en temps et lieu, tous les pays tomberont d'accord pour reconnaître que leurs juridictions respectives ne s'étendent pas au-delà de leurs frontières.

Le Comité a été saisi de nombreuses plaintes émanant de l'industrie au sujet de l'interprétation et de l'administration de la Loi relative aux enquêtes sur les coalitions. Certaines sociétés ont allégué que beaucoup d'industries étaient trop fragmentées pour avoir une capacité d'innovation ou même pour se permettre un seuil critique d'activités de R - D. On a également prétendu que l'interprétation de la législation canadienne repose sur la notion de « libre concurrence », empêchant ainsi la fusion et la spécialisation qui visent précisément à résoudre le problème de l'échelle de production. Le Comité croit que, pour comprendre la situation qui existe actuellement au Canada, il est nécessaire de jeter un coup d'œil sur ses antécédents historiques.

La législation américaine, dont la loi Sherman anti-trusts de 1890 constitue le point de départ, avait pour but de proscrire toute « association sous forme de trust ou autre, toute conspiration visant à entraver le commerce, toute acquisition, en tout ou en partie, d'une entreprise par une autre, lorsque cela peut nuire à l'esprit de concurrence. » Ainsi, dès le départ, les Américains s'appuyaient sur la notion de « libre concurrence », même si cela n'apparaît guère dans les énormes sociétés qui ont vu le jour aux États-Unis au cours de ce siècle. Au Canada, le Parlement adopta une attitude différente. Sa législation prenait appui non pas sur la défense de la concurrence mais sur l'intérêt du public, une notion beaucoup plus large lorsqu'il s'agit d'évaluer les accords et les pratiques commerciales. C'est ainsi que lorsque Mackenzie King a déposé à la Chambre des communes, en 1923, son projet de loi concernant les enquêtes sur les coalitions, il a déclaré :

Je remarque que l'on a affirmé dans un communiqué de presse que la loi ne faisait pas de distinction entre les bons cartels et les mauvais. Mais cette distinction est au contraire clairement indiquée dans la définition proprement dite. Aucune association, qu'il s'agisse d'un trust ou d'une fusion, ou qu'elle soit le résultat d'un accord quelconque, qui poursuit ses affaires dans la légalité, sans porter atteinte aux intérêts du public, ne tombe sous le coup de cette importante disposition. . . . Cette législation loin de chercher à restreindre les fusions ou les accords équitables entre entreprises et firmes commerciales et industrielles, cherche au contraire à protéger le public des effets néfastes éventuels de ces fusions.

Cette distinction et les termes dans lesquels la loi était rédigée postulaient clairement qu'avant de déclarer un cartel illégal il était nécessaire d'évaluer ses

effets sur l'économie, pour déterminer s'il était ou non d'intérêt public. Or, les tribunaux se sont récusés. Ils ont adopté le point de vue du Juge I. Hope:

Il n'appartient pas aux tribunaux de prononcer un jugement sur des théories d'économie politique contradictoires. . . . «Notre-Dame-du-droit-coutumier», a dit un jour finement Sir Frederick Pollock, «n'est pas versée en sciences économiques».⁸

Ce qui, en 1947, a permis à F. A. McGregor, qui, à cette époque exerçait les fonctions d'expert de la Commission d'enquête sur les coalitions, de dire en s'appuyant sur cette théorie:

Cette législation a donc pour but premier d'empêcher toute tentative de la part des groupes d'affaires de priver le public de son droit à jouir des conditions dans lesquelles il soit possible à la libre concurrence de s'exercer dans des limites raisonnables. . . . Elle n'impose aucunement la responsabilité de déterminer si une hausse des prix est raisonnablement proportionnelle à la majoration des coûts concomitante ou si un commerçant a réalisé des bénéfices exagérés en vendant ses marchandises.⁹

C'est ainsi que, par la grâce de Notre-Dame-du-droit-coutumier, l'expression «l'intérêt du public» qui figure dans le texte de la loi relative aux enquêtes sur les coalitions s'est vue ramenée à la notion de «protection de l'intérêt du public, envisagée exclusivement sous l'angle de la libre concurrence,» selon les termes employés par le juge C. J. Duff. La législation canadienne qui, dans son esprit et dans sa lettre, s'était montrée plus tolérante que sa contrepartie américaine fut en l'occurrence interprétée exactement dans le même sens restreint.

En 1950, un comité constitué en vue d'étudier la législation sur les cartels essaya de rendre à cette expression la large interprétation qui avait été approuvée par le Parlement en 1923. Il proposa de créer une commission administrative chargée de recueillir les dépositions dans chaque cause intéressant les pratiques commerciales de cartels, et de rédiger à l'intention du ministre de la Justice un rapport assorti de recommandations:

[Le rapport] devrait comporter une conclusion, laquelle établirait s'il a ou non été porté atteinte au libre jeu de la concurrence et *si, de l'avis de la Commission, les conditions ou les pratiques qui prévalent sont, ou sont susceptibles d'être préjudiciables au public.*¹⁰ [Les soulignés sont de nous].

En 1952, la loi relative aux enquêtes sur les coalitions fut modifiée et l'on créa la Commission d'enquête sur les pratiques restrictives du commerce. Voici le texte du paragraphe (1) de l'article 19 de la loi:

La Commission . . . établira un rapport écrit et le transmettra sans délai au ministre; ce rapport passera en revue les témoignages et les documents à

l'appui, évaluera dans quelle mesure les intérêts du public sont lésés par les arrangements et les pratiques mis en lumière par les témoignages et renfermera des recommandations quant à l'application des remèdes prévus dans la loi et tout autre remède éventuel. [Les soulignés sont de nous].

Mais la Commission, tout comme les tribunaux, et cela en dépit de son mandat bien précis, refusa d'«évaluer dans quelle mesure les intérêts publics étaient lésés par les pratiques en question.» Voici, par exemple, ce que, dans une cause portant sur des matériaux pour toiture en asphalte et en goudron, elle déclarait:

On a allégué devant la Commission... qu'une association n'était pas censée fonctionner ou susceptible de fonctionner de manière à porter préjudice aux intérêts du public ou d'aller à l'encontre de ceux-ci, à moins qu'on ne puisse prouver que les prix fixés par cette association étaient déraisonnables ou que le public subissait un préjudice bien précis. . . . *Or, la législation n'a jamais été interprétée de cette manière par les tribunaux canadiens qui, au contraire, ont continuellement pris pour position que cette législation reflétait un principe fondamental de notre système économique, à savoir: «la protection de l'intérêt du public en matière de libre concurrence.»* [Les soulignés sont de nous].

L'esprit de la loi de 1923 et de ses amendements subséquents, qui traduisait la volonté du Parlement, a donc été ignoré par les tribunaux et par la Commission créée en 1952. Il en est résulté que le concept de libre concurrence sur lequel s'appuyait la législation américaine a été également appliqué au Canada, où les conditions économiques et industrielles sont entièrement différentes.

Les mesures proposées récemment en cette matière par le gouvernement comportaient plusieurs améliorations, mais certaines dispositions ont été vivement critiquées dans l'industrie. Le Comité opine dans le sens des recommandations du Conseil des sciences du Canada:

Le Conseil des sciences demande que, . . . on n'oublie pas que la spécialisation et l'envergure des entreprises ont de plus en plus d'importance, et que le morcellement du marché intérieur est dangereux. Le Conseil souligne aussi que le seul critère valable est l'intérêt du consommateur; cependant il faut tout autant tenir compte qu'à long terme cet intérêt exige que la survivance des industries nationales soit assurée. *Pour être judicieuse, il faut que notre politique en matière de concurrence permette les fusions, les associations d'entreprises et toute forme de collaboration qui puisse améliorer notre position face aux concurrents étrangers, et le rendement de nos industries.*¹¹

Les mesures proposées par le gouvernement visaient bien à faciliter la rationalisation de l'industrie et du commerce et à favoriser l'efficacité, mais le critère du «bien du consommateur», qui servait à déterminer la valeur des arrangements et des pratiques commerciales, était un critère trop étroit; il aurait aussi fallu envisager les effets de ces arrangements et pratiques sur les exportations, les revenus et les emplois. Ceci nous fournit un nouvel exemple de la manière dont il est possible au gouvernement canadien, en s'efforçant de remplir une mission déterminée—en l'occurrence la protection du consommateur—de chercher une solution autonome, sans tenir compte, comme il devrait le faire, des impératifs d'une stratégie industrielle et technologique globale.

6. *Politique des normes*

Pour fonctionner avec efficacité, l'industrie manufacturière secondaire a besoin de reposer sur un système de normes tant dans le domaine du génie que dans celui de l'esthétique industrielle et de la fabrication, et ce non seulement pour la protection de la santé des usagers et pour leur sécurité, mais aussi pour assurer l'uniformité et la qualité des produits, favoriser leur interchangeabilité et empêcher la prolifération non rentable des produits.

Un bon système national de normes est aussi de nature à encourager les innovations industrielles en obligeant les fabricants à atteindre des niveaux élevés de qualité et de rendement. (Il est évidemment important de veiller à ce que l'imposition de normes arbitraires ne constitue pas un obstacle au progrès technologique, et c'est pour cette raison qu'il sera toujours préférable d'imposer des normes de fonctionnement).

La situation d'ensemble, en ce qui concerne les normes, laisse beaucoup à désirer au Canada. C'est ainsi, par exemple que l'on a dit au Comité qu'il n'existe aucune réglementation efficace régissant le transport par camion des produits dangereux. Les mesures de protection définies et appliquées par la Commission de contrôle de l'énergie atomique nous préoccupent. Nous avons également l'impression qu'il y a trop d'organismes du gouvernement et de ministères qui participent à l'élaboration des règlements, codes et normes, et qu'il n'existe pas assez de collaboration entre eux. S'il n'est pas possible d'intégrer tous ces services en un seul organisme du gouvernement, tel que le ministère de l'Industrie et du Commerce, que l'on crée au moins un comité interministériel relevant de ce ministère, de manière à permettre aux divers organismes de se consulter périodiquement, de mieux coordonner leurs activités, de déceler les lacunes indésirables et de décider à qui il appartient de les combler.

Tous les règlements, codes et normes devraient aussi être continuellement réexaminés, de manière qu'ils ne ralentissent pas le progrès technologique et n'empêchent pas l'amélioration des conceptions.

Le Conseil canadien des normes a été créé par le Parlement en octobre 1970 dans le but de mettre sur pied un système national complet de normes et de permettre au Canada de participer utilement sur le plan international aux travaux sur les normes. Cette participation revêt une importance toute particulière en ce qui concerne l'exportation des produits manufacturés. Le Comité est d'avis qu'il est urgent que ce Conseil soit en possession de tous ses moyens afin que le Canada puisse prendre part aux activités de plus en plus nombreuses de l'Organisation internationale de normalisation et de la Commission électrotechnique internationale.

Une Commission préparatoire à l'adoption du système métrique vient d'être mise en place en vue de préparer l'application éventuelle du système métrique au Canada. On estime que le Royaume-Uni aura entièrement effectué sa conversion au système métrique en 1975 et presque tous les autres pays qui utilisent encore les mesures impériales ont manifesté l'intention de suivre son exemple. Les États-Unis envisagent aussi d'adopter le système métrique. Vu l'emploi de plus en plus généralisé du système décimal dans le monde entier, et compte tenu de sa simplicité et de son uniformité, le Comité estime que le Canada devrait lui aussi adopter le plus tôt possible le système métrique. L'adoption du système métrique est devenue inévitable et la retarder ne pourrait que nuire à nos exportations de produits manufacturés.

7. Politique des relations industrielles et de la main-d'œuvre

Le Comité n'a cessé d'affirmer sa conviction qu'une réforme majeure de l'industrie manufacturière secondaire s'imposait de toute urgence si nous voulions mettre ce secteur en mesure d'innover et qu'il fallait accroître l'effort portant sur les innovations technologiques dans toutes les industries pour ne pas tomber à la traîne des autres pays.

Toutefois, les changements d'ordre technologique impliquent des avantages et des inconvénients tant pour les travailleurs que pour les entreprises, tant pour l'économie que pour la société en général.

A l'actif, mentionnons des bénéfices plus élevés pour les entreprises, de meilleures conditions de travail et un revenu réel meilleur pour les travailleurs, une compétitivité et une productivité accrues pour l'économie dans son ensemble. Par voie de conséquence, aussi, la moitié environ des bénéfices nets des entre-

prises et une proportion un peu moins élevée des revenus accrus des travailleurs vont grossir les recettes fiscales de l'État.

Au passif, les innovations technologiques comportent des risques qui peuvent se traduire par un déficit net pour l'entreprise et par la perte de son emploi, avec l'obligation de se recycler ou de se déplacer dans certains cas, pour le travailleur. Voici ce que disait à ce propos le sénateur Carl Goldenberg, à une réunion de ministres du travail du Canada, qui s'est tenue à Montréal le 1^{er} novembre 1971:

J'évoquerai maintenant une autre des grandes causes du malaise social actuel, à savoir l'insécurité engendrée par la crainte de perdre son emploi en raison des changements technologiques. Alors qu'elles avaient reçu une formation spécialisée qu'elles espéraient pouvoir utiliser jusqu'à la fin de leur vie active, certaines personnes, arrivées à un âge où il est difficile de se recycler ou de trouver un nouvel emploi, constatent qu'on n'a plus besoin d'elles. Il ne faut pas chercher plus loin la source de certains grands conflits industriels, au Canada comme aux États-Unis. C'est l'anxiété sur la sécurité de l'emploi et le spectre du chômage, et ce malaise persistera aussi longtemps que les employeurs, les syndicats et le gouvernement n'auront pas trouvé une solution à ce problème.

Heureusement, on prend de plus en plus conscience qu'avant d'introduire des changements qui auront pour effet de déplacer ou de toucher matériellement certains employés, la direction d'une entreprise a l'obligation de les en avertir suffisamment à l'avance, de consulter le syndicat qui les représente, de lui demander son accord, sur la meilleure manière de s'adapter à la situation, enfin de prévoir le recyclage ou le déplacement des employés qui doivent être remplacés ou encore de les indemniser. Quelques conventions collectives et, dans une certaine mesure, la loi, prévoient actuellement des dispositions à cet effet. Voici comment une haute autorité en la matière, le professeur Kahn-Freund, de l'Université d'Oxford, a défini le principe de cette indemnisation: «Quand la société recherche des formes de production plus efficaces et qu'un employé se voit du fait même privé du droit d'exercer son emploi, il est juste de l'indemniser.»

Le Comité reconnaît qu'il est bon que les travailleurs soient protégés convenablement des incidences défavorables pour eux, des changements d'ordre technologique. Ils ont droit à être avertis à l'avance de ces changements, à être consultés à leur sujet et, dans le cas des employés syndiqués, à discuter, par la voie des négociations collectives, des moyens de faire face aux effets nocifs de ces changements. Ici se pose la question de savoir quelle forme doit revêtir l'intervention du gouvernement pour protéger les travailleurs qui ont à souffrir des changements technologiques.

Une première solution extrême consisterait à laisser à l'industrie privée toute liberté d'innover à sa guise, dans le cadre des négociations collectives, tandis que les gouvernements assumeraient eux-mêmes la pleine responsabilité, financière et autre de la protection des travailleurs qui sont victimes sous une forme ou sous une autre des changements technologiques. De cette manière on ne découragerait pas l'innovation. Les bénéfices nets qui en résulteraient seraient répartis entre l'industrie, les travailleurs, l'économie du pays en général et le secteur gouvernemental. Mais l'État aurait à supporter tout le fardeau du progrès technologique, en tant que celui-ci affecte le sort des travailleurs, et il n'est pas dit qu'il soit toujours en mesure de faire face à cette responsabilité seul et efficacement.

Dans la deuxième solution possible, qui est également une mesure extrême, les gouvernements obligeraient l'industrie à prévenir longtemps à l'avance les travailleurs de son intention d'introduire tout changement technologique que ce soit, donneraient aux syndicats le droit d'entamer des négociations au milieu du contrat, avant ou après l'introduction des changements en question, et compteraient uniquement sur les négociations collectives pour déterminer la manière de répartir entre l'industrie et les travailleurs les effets nocifs des changements technologiques. Les gouvernements pourraient même, par des dispositions obligatoires, placer entièrement le fardeau des conséquences des changements technologiques sur les épaules de l'industrie. Cette solution freinerait considérablement l'innovation industrielle et ferait beaucoup de tort non seulement à l'économie du pays mais encore aux travailleurs eux-mêmes.

Entre ces deux positions extrêmes, il existe bien sûr d'autres solutions plus pratiques, propres à concilier la protection des travailleurs et la responsabilité de la direction de l'entreprise, tout en freinant au minimum le processus de l'innovation industrielle. Il n'est pas dans l'intention du Comité d'examiner ici toutes les solutions possibles. Le gouvernement canadien les étudie en ce moment et le Parlement sera probablement saisi sous peu de propositions concrètes à ce sujet.

Nous nous bornerons à souligner que l'intérêt du public postule deux conditions: encourager les innovations industrielles, dont toute l'économie est appelée à bénéficier, et protéger les travailleurs des répercussions défavorables pour eux des changements technologiques. Il faut concilier ces deux conditions. Puisque le Comité constate que l'innovation, dans l'industrie canadienne, est essentielle à la croissance de l'économie, et ne doit donc pas être freinée, il insiste pour que les négociations collectives en matière de changements technologiques, au lieu de porter sur l'introduction desdits changements en tant que tels, portent plutôt sur les pratiques à suivre et sur

les mesures à prendre pour aider les employés touchés par lesdits changements à s'adapter à leurs effets. Ces mesures supposent des initiatives de la part de l'employeur, des représentants des employés et du gouvernement.

Nous craignons que le gouvernement canadien, en s'attachant surtout à atteindre l'objectif le plus valable en soi, qui est de protéger les travailleurs, n'ignore le second objectif, celui de l'intérêt public. Nous croyons que dans le domaine particulier de la politique du bien public, comme dans bien d'autres, il devrait exister au sein des gouvernements des mécanismes appropriés, chargés de concilier les divers objectifs recherchés, dans le cadre d'une stratégie industrielle et technologique globale. Faute de quoi surgiront inévitablement des conflits—souvent d'ailleurs par inadvertance—et l'on n'aboutira jamais à une solution de compromis idéale. Dans ce contexte, tous les secteurs de l'économie canadienne, y compris les travailleurs eux-mêmes, y perdront.

8. *Politique des brevets*

Le but que recherche l'industrie en finançant la R – D est d'innover, c'est-à-dire de mettre au point de nouveaux produits ou de nouvelles techniques qui soient couronnés de succès et de réaliser ainsi des bénéfices en vendant les produits en question. Le seul fait d'être le premier à lancer un nouveau produit sur le marché donne à une firme une certaine avance sur ses concurrents, lui permet de jouir d'une situation favorable. Cette période d'avance peut être prolongée grâce à un système efficace de brevets qui rend l'imitation du produit plus difficile et, dans bien des cas, même impossible. Par conséquent, si un bon système de brevets est conçu avec l'intérêt du public en vue, cela n'implique pas pour autant que l'on veuille protéger au premier chef les droits de l'inventeur ou du détenteur du brevet; celui-ci, en effet, peut ne pas être en mesure d'exploiter son invention, voire s'objecter à ce qu'on s'en serve. C'est donc l'exploitation de l'innovation que le brevet doit avant tout protéger.

La législation canadienne sur les brevets actuellement en vigueur ne répond pas à cette condition. Selon le Patent and Trademark Institute of Canada, elle est à peu près unique en ce qu'elle «... prévoit que c'est le premier inventeur qui a droit au brevet plutôt que le premier inventeur qui dépose une demande.»¹² Le D^r Donald A. Chisholm, s'adressant aux ingénieurs-techniciens de la province d'Ontario affirmait que la loi canadienne «... fait de l'invention une chose publique, mais en réalité freine l'innovation.» «De plus elle ramène, dit-il, l'invention à la notion très étroite de détail technique de second ordre.»¹³ On a aussi allégué que la législation

américaine fait preuve de discrimination à l'égard des inventeurs étrangers y compris des Canadiens, en violation, selon toute apparence, des dispositions de réciprocité de la convention internationale.

Le Patent and Trademark Institute lui aussi a critiqué la manière dont la loi canadienne est interprétée et appliquée:

Depuis 1947 l'élément d'incertitude entourant la validité des brevets n'a cessé de s'accroître. De nouvelles raisons d'invalidité ont été établies par les tribunaux du pays et l'application de certaines des raisons admises s'est étendue à un domaine de plus en plus vaste. Ce fait est surtout apparent lorsqu'il s'agit de l'aspect d'«utilité» de l'invention.¹⁴

On a adressé la même critique à la définition donnée par les tribunaux au terme d'invention. Les procès sont toujours longs et, de surcroît, coûteux. L'Institut a cité, à titre d'exemple, la cause ayant opposé la Radio Corporation of America à la société Philco (Delaware) sur une question touchant à une technique de base de la télévision-couleur. La Cour suprême du Canada a rendu son verdict dans cette cause en 1966; or, les demandes de brevet avaient été déposées en 1951.

L'Institut a noté également que le nombre grandissant de demandes de brevet et la complexité croissante de ceux-ci handicapent sérieusement le fonctionnement des services. «Lorsqu'il s'agit de demandes ne comportant pas de conflit et visant un domaine complexe, tel celui de l'électronique et de la chimie organique, la demande de brevet reste pendante durant une période [moyenne] de trois à quatre ans.»¹⁵ Le bureau des brevets s'est efforcé d'accélérer la procédure d'examen des demandes et a augmenté ses effectifs. L'Institut croit cependant que les techniques d'informatique faisant appel aux ordinateurs permettraient de se dispenser de 25 pour cent au moins des examinateurs, actuellement au nombre de 170, au service de ce bureau. Les dépenses annuelles s'élèveraient à environ \$70,000.

On a dit devant le Comité que « . . . l'Allemagne de l'Ouest, la Hollande, la Scandinavie et la France ont effectivement remanié complètement leur régime de brevets afin de faire face au problème que pose l'expansion croissante des progrès techniques.»¹⁶ Au Canada, aucune modification n'a été introduite dans la législation à la suite du rapport de la Commission royale sur les brevets, les droits d'auteur et le dessin industriel, présenté il y a près de 15 ans. En 1966, le gouvernement pria le Conseil économique de procéder à un nouvel examen du système canadien des brevets. Le Conseil a présenté son rapport, assorti d'une série de recommandations, en janvier 1971.¹⁷ Aucune mesure législative, fondée sur ces recommandations, n'a encore été déposée au Parlement.

Le Comité est d'avis qu'une réforme profonde de la législation canadienne sur les brevets et de ses modalités d'application s'impose depuis très longtemps. Si la nouvelle loi était centrée sur la protection des innovations plutôt que sur celle des inventions, lesquelles ne sont pas toujours nécessairement exploitées, cela serait propre à encourager considérablement le processus d'innovation et, partant, l'effort de R - D de l'industrie canadienne.

9. *Politique de l'expansion régionale*

Le Comité estime que toute politique visant à harmoniser la croissance industrielle dans les diverses régions, si souhaitable soit-elle, devrait être conçue dans le cadre d'une stratégie industrielle et technologique globale. C'est ainsi, par exemple, qu'on ne saurait dire qu'utiliser les crédits du gouvernement pour annihiler ou affaiblir des entreprises déjà bien établies dans une région donnée, en leur suscitant artificiellement de nouveaux concurrents dans une autre, serve les intérêts nationaux ou régionaux à long terme. Une telle croissance artificielle est propre à porter préjudice aux régions prospères, sans asseoir pour autant l'essor industriel de régions moins développées sur une base solide, puisque les crédits ne seront pas permanents. Au Canada comme ailleurs, l'expérience a montré que cette solution constitue un gaspillage des fonds publics, alimente, dans les régions qui ont droit à bénéficier d'une aide spéciale, de fausses espérances qui, finalement, seront source d'amertume.

Le Comité croit que le ministère de l'Expansion économique régionale peut continuer à jouer un rôle très utile dans le cadre de la nouvelle politique nationale proposée, à condition que ses activités s'appuient sur un programme de recherche réaliste. Le ministère devrait exiger des firmes qui demandent de l'aide qu'elles spécifient quel avantage elles espèrent retirer, au point de vue de la concurrence, de l'implantation d'une usine à l'endroit choisi, et il devrait charger ses propres chercheurs de déterminer si ces espoirs sont justifiés. Encore qu'elles puissent retarder la décision du ministère, ces études lui permettraient d'atteindre plus efficacement ses objectifs à long terme.

10. *Politique de la pollution*

La tâche de combattre toute forme de pollution, y compris la pollution industrielle, a été confiée à un nouveau ministère, celui de l'Environnement. Toutefois, cette mission pose plusieurs problèmes que, si l'on se hâte trop de prendre des initiatives pour calmer l'inquiétude grandissante du public sur le sujet de la pollution, l'on pourrait mal résoudre. Il existe, pour le gouvernement, un moyen très rapide de donner l'impression qu'il fait quelque chose. C'est de

promulguer une série de règlements destinés à mettre un frein à ce que l'on croit être la source de la pollution, à imposer de lourdes amendes aux entreprises qui ne respectent pas les normes établies, en laissant ainsi payer par l'industrie le prix de la recherche et de la mise en œuvre de méthodes efficaces pour se conformer aux règlements du gouvernement.

Mais les solutions rapides et apparemment faciles ne sont pas toujours les meilleures. Il s'agit d'abord de mettre au point des règlements convenables qui s'attaqueront aux véritables causes de la pollution, qui n'imposeront pas de normes inutilement rigoureuses et coûteuses, et qui ne feront pas empirer la situation. Ceci nous amène au nœud du problème consistant à définir une politique nationale de l'environnement laquelle ne se conçoit pas sans un vaste programme d'activités scientifiques qui s'exercerait en permanence et dont les travaux viendraient ajouter aux données scientifiques et technologiques existant déjà dans le monde. Sans cela, on pourrait commettre de lourdes et coûteuses erreurs. Or, le Comité croit que le ministère de l'Environnement n'a pas, pour le moment, d'objectifs ayant fait l'objet d'une étude approfondie, ni de programme cohérent.

C'est ainsi qu'en 1970, par exemple, alors que le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, qui avait à ce moment dans ses attributions la pollution de l'eau, a exprimé l'intention de proscrire entièrement l'emploi des phosphates dans les détergents; il était bien connu que l'industrie avait l'intention d'employer en lieu et place, pour se conformer aux nouveaux règlements, un produit dénommé NTA. Le ministère ignorait apparemment que des études préliminaires effectuées aux États-Unis et en Suède avaient établi que la nouvelle substance pouvait être dangereuse pour les humains, alors que les phosphates ne l'étaient pas. Cette question sera examinée plus à fond lorsque le Comité traitera des innovations sociales.

L'interdiction à peu près complète d'employer le DDT nous offre une autre illustration de ce problème. Aujourd'hui, d'éminents porte-parole mettent en doute le bien-fondé de cette interdiction. Norman Borlaug, par exemple, un agrologue américain qui a reçu le prix Nobel pour sa mise au point d'une céréale à haut rendement, aurait dit:

L'innocuité du DDT est à peu près établie. Il n'existe aucune preuve qu'il provoque le cancer ou soit responsable de mutations génétiques chez l'homme.²⁸

Cette remarque répond aux préoccupations des pays moins développés, telles qu'elles ressortent d'un examen récent et digne de foi des programmes dans le domaine de l'environnement. «Les mesures concernant le DDT», y lit-on, «constituent un exemple frappant. La préoccupation des États-Unis et de tous

les autres pays industrialisés, qui veulent bannir l'emploi du DDT et neutraliser les conséquences de son emploi antérieur, ne trouve aucun écho dans les pays sous-développés. Ceux-ci redoutent d'être privés du DDT et ils le disent sans ambages. Sur la base des preuves actuelles, rien ne les ferait se résigner à la perte du DDT si ce n'est la découverte d'un produit qui le remplacerait et serait aussi efficace, aussi inoffensif, aussi facile à manipuler et aussi peu coûteux que lui; ils l'utilisent, par ailleurs, à des fins qui, à leurs yeux, sont primordiales, à savoir la lutte contre la malaria et autres campagnes de santé ainsi que l'amélioration de la productivité de leur agriculture.»¹⁹

Thomas S. Jukes, professeur de physique médicale à l'Université de Californie, à Berkeley, a récemment pris la plume pour la défense du DDT, donnant ainsi une base solide à la résistance vis-à-vis de la tendance à bannir l'emploi de ce produit aux États-Unis. Voici ce qu'il dit:

La défense du DDT est une question cruciale, car bannir son emploi serait attenter à l'un des droits les plus fondamentaux de l'homme—celui d'être protégé de maladies mortelles.²⁰

Quoi qu'il en soit, le Canada a emboîté le pas sur les États-Unis et a presque entièrement proscrit en 1969 l'emploi du DDT. Cette interdiction, qui, depuis lors a été assouplie, a fait beaucoup de tort à l'industrie—en particulier aux cultivateurs—et a, par ailleurs, conduit l'industrie chimique à mettre au point toute une gamme de produits de remplacement tels que phorate, demethon, parathon et ethion, dont les effets secondaires pourraient, à l'expérience, se révéler plus dangereux que ceux du DDT et qui devront certainement faire l'objet de tests sur une longue période. Voici ce que l'on dit à ce sujet dans un rapport:

La toxicité de ces nouveaux venus parmi les insecticides, qui ont été proposés en remplacement du DDT est plus élevée que celle du DDT, mais leur persistance est moindre. Dès lors, pour obtenir le même effet sur les insectes que celui du DDT, il faut procéder à plusieurs aspersion de ce produit dans le même secteur.²¹

Il est possible que ces faits convaincront le gouvernement de faire preuve de plus de prudence avant d'émettre de nouveaux règlements concernant la lutte contre la pollution. Ils inciteront peut-être aussi divers organismes d'État à entamer leurs propres programmes de recherche et d'évaluation, à l'instar du ministère de l'Agriculture qui commence actuellement ses propres recherches sur les produits de remplacement du DDT. Il se peut aussi que ces nouvelles recherches et évaluations créeront davantage de confusion et

de doubles emplois et s'accompagneront de gaspillage de fonds publics et d'une mauvaise répartition du personnel affecté à la R - D, lequel est déjà si rare.

Tandis que le gouvernement s'efforce de mettre au point un train de règlements applicables à la pollution industrielle ce qui, compte tenu de la difficulté de la tâche, prendra sans doute du temps, est-il équitable d'obliger les entreprises privées à supporter le coût de la recherche et de la mise en œuvre de solutions appropriées? Cette question n'a pas été débattue comme elle aurait dû l'être au Canada. Et pourtant, ce coût peut représenter un lourd fardeau pour toute une gamme d'industries qui, déjà, sont aux prises avec des difficultés de financement et de structure. Au cours de sa visite en Europe, le Comité a noté que le gouvernement suédois abordait différemment le problème. Il a créé un mécanisme administratif très perfectionné chargé d'étudier et de résoudre les problèmes de pollution. Cet organisme travaille en coopération très étroite avec l'industrie et l'aide à mettre au point une nouvelle technologie susceptible de minimiser le coût de la lutte contre la pollution.

Nous pensons que cette manière d'aborder le problème servirait mieux les intérêts du pays dans son ensemble que l'attitude négative et punitive à laquelle on semble vouloir recourir au Canada. Loin de freiner encore les innovations industrielles, le gouvernement donnerait peut-être ainsi à l'industrie l'occasion de mettre au point de nouvelles innovations qui pourront être exportées. Nous pensons, dès lors, que si le ministère de l'Environnement et les autres organismes du gouvernement intéressés à la pollution mettaient au point leurs politiques dans le cadre de la stratégie industrielle et technologique que nous proposons, ils seraient mieux en mesure de remplir à la fois les missions qui leur sont propres et de réduire au minimum le coût d'une lutte efficace contre la pollution, tout en encourageant au Canada les innovations industrielles.

CONCLUSION

Ce large tour d'horizon sur le milieu dans lequel doivent s'effectuer les innovations industrielles et les activités de R - D nous a révélé pas mal d'aspects laissant à désirer en ce moment au Canada. A peu près toutes les politiques que nous avons examinées ont des retombées qui sont nuisibles au processus d'innovation industrielle, tout en desservant leurs fins principales entre lesquelles, par ailleurs, il n'existe pas de relations; à vrai dire, leurs effets nuisibles sont généralement ignorés là même où ces politiques voient le jour. La conclusion à laquelle nous avons abouti est que si l'on prévoyait à l'avance ces

effets secondaires, on serait en mesure de formuler des politiques qui auraient un minimum d'effets négatifs sur le climat économique, sur les innovations industrielles et sur les activités de R - D en général, voire les influenceraient favorablement, sans pour cela s'écarter de leurs fins essentielles et, dans certains cas même, les serviraient plus efficacement.

Où le bât blesse, c'est lorsque des politiques sont formulées dans des ministères et des organismes du gouvernement qui n'ont pas de conseiller en politique scientifique pour les aider à envisager les conséquences de leurs décisions sur l'économie et sur le processus d'innovation industrielle. C'est ici que l'on sent la nécessité d'un organisme central qui vérifierait l'incidence probable de la politique en question sur les innovations, qui discuterait avec le ministère concerné les autres solutions possibles, propres à parer aux inconvénients signalés, ou, en cas de désaccord, qui ferait connaître ses conclusions et formulerait ses propres recommandations au comité ministériel chargé de tout ce qui concerne la science, la technologie et l'innovation.

Il existe en ce moment un embryon de mécanisme, connu sous le nom de comité interministériel de l'innovation. Il est douteux, cependant, que le mandat de ce comité soit suffisamment large ou qu'il dispose de pouvoirs assez étendus pour remplir sa mission.

Nous croyons que pour créer un climat public plus favorable à la croissance économique et à l'innovation industrielle, il faudrait combler ces deux lacunes dans le processus.

Par conséquent, le Comité recommande:

1. Que tous les ministères et organismes du gouvernement qui, dans l'accomplissement de la mission qui leur est propre, influencent indirectement mais dans une mesure suffisante, le processus d'innovation industrielle, s'attachent les services de conseillers en politique scientifique qui, entre autres tâches, auraient celle d'avertir lesdits ministères et organismes des conséquences possibles de leurs décisions et de leurs politiques;

2. Que l'on élargisse le mandat, la composition et les pouvoirs du comité interministériel sur l'innovation de manière qu'il puisse passer en revue, évaluer et discuter avec les ministères et organismes concernés les conséquences possibles de leurs décisions sur le processus d'innovation et, le cas échéant, présenter des recommandations au comité ministériel dont relève la politique de la science; enfin

3. Que le ministre d'État à la Science et à la Technologie soit chargé de la mission de soumettre au Cabinet les recommandations qui ont été acceptées

par le comité ministériel et que la présidence de ce comité ainsi que les services du secrétariat soient assurés par des membres du personnel de son ministère.

Nous verrions volontiers, quant à nous, les divers ministères et organismes intéressés représentés au sein du comité interministériel par leurs conseillers en politique scientifique. Ceci aurait pour effet de nous assurer une participation plus intéressée et plus active de leur part. Coordination et intégration sont souvent des mots vides de sens lorsque leur objet, comme c'est le cas ici, n'offre qu'un intérêt marginal aux membres du comité. Qui plus est, la responsabilité des questions de politique à examiner est largement diluée au sein des divers services du gouvernement. Pour ces deux raisons, il est essentiel que l'examen en question puisse s'effectuer sous une direction énergique et impartiale, encore que profondément attachée à la cause consistant à encourager les innovations industrielles et à supprimer dans le secteur public les obstacles inutiles que l'on dresse devant elles. C'est pourquoi nous avons proposé d'investir de cette mission capitale le ministre d'État à la Science et à la Technologie et ses hauts fonctionnaires.

Il se pourrait que les ministères et les organismes du gouvernement dont les projets de politiques vont ainsi être examinés par un organisme extérieur, ressentent cette mesure comme une ingérence dans leurs affaires. Cependant, sans un effort systématique en vue d'harmoniser, dans le cadre d'une stratégie industrielle et technologique globale, les politiques conçues en vue d'autres fins, le climat public, loin d'encourager les innovations industrielles et les activités de R - D, pourrait bien leur être de plus en plus hostile. A vrai dire, un climat favorable dans le secteur public peut faire plus pour encourager l'effort d'innovation industrielle que des millions de dollars dépensés par le gouvernement sous forme de programmes directs d'assistance, tout comme les effets bienfaisants de ces programmes peuvent être annulés par un climat inamical. La ligne de conduite préconisée par le Comité, dans ses recommandations, permettrait au moins au gouvernement de savoir quel est l'effet desdites politiques sur le climat dans lequel s'effectuent les innovations, et comment les modifier éventuellement pour améliorer ce climat.

NOTES ET RENVOIS

1. Sir Alec Cairncross, «Government and Innovation», *New Scientist et Science Journal*, 2 septembre 1971, p. 505.
2. J. Herbert Holloman et Alan E. Harger, «America's Technological Dilemma», *Technology Review*, juillet 1971, p. 40.
3. OCDE, *Science, Croissance et Société, une perspective nouvelle*, Paris, 1971, p. 105.

4. Anthony Wedgwood Benn, compte rendu du livre de Nicholas Faith, *The Infiltrators*, 7 novembre 1971.
5. Roger Dehem, «The Economics of Stunted Growth», *Canadian Journal of Economics and Political Science*, novembre 1962, pp. 509-510.
6. Harold Crookell, «From Auto Pact to Appliance Pact—Steps Toward a Legislated Economy», *The Business Quarterly*, University of Western Ontario, printemps 1970, p. 70.
7. OCDE, *Les conditions du succès. . .*, *op. cit.*, pp. 155-156.
8. Juge I. Hope.
9. F. A. MacGregor, *Canadian Journal of Political Science and Economics*, 1947.
10. Comité d'étude sur la législation des coalitions, *Rapport au ministre de la Justice*, Imprimerie nationale, Ottawa 1952, p. 34.
11. *L'innovation en difficulté. . .*, *op. cit.*, p. 29.
12. Comité spécial de la politique scientifique, *Délibérations* n° 64, 17 juin 1969, p. 7786.
13. Donald Chisholm, «Thoughts on Innovation in Canada», *op. cit.*, p. 3.
14. *Délibérations* n° 64, *op. cit.*, p. 7788.
15. *Ibid.*, p. 7791.
16. *Ibid.*, p. 7790.
17. *Rapport sur la propriété intellectuelle et industrielle*, Conseil économique du Canada, janvier 1971.
Voir aussi Étude spéciale n° 11, 1970, *L'invention dans le contexte actuel*, par Andrew H. Wilson.
18. Henry F. Heald, «DDT not villain first thought to be», *The Ottawa Journal*, 20 novembre 1971.
19. «*Man's Impact on the Global Environment*», The M.I.T. Press, Cambridge, 1970, p. 254.
20. «DDT—The Poor Man's Chemical and Life Saver of Emerging Chemicals», Thomas S. Jukes, *The Ottawa Journal*, 12 août 1971.
21. «*Man's Impact on the Global Environment*», *op. cit.*, p. 281.

L'INNOVATION INDUSTRIELLE ET L'AIDE DIRECTE DE L'ÉTAT

La disparité entre le niveau actuel de R-D dans l'industrie et celui que nous proposons pour 1980 et les années suivantes est si grande que l'État devra non seulement accorder une aide directe plus considérable, mais, plus important encore, en modifier les modalités et les priorités. Il lui faudra en même temps accroître les travaux de R-D effectués par l'industrie pour le compte des ministères et d'autres organismes de l'État.

Le principe de l'aide directe du gouvernement en vue de favoriser l'innovation industrielle n'est pour ainsi dire plus mis en doute. Il est généralement reconnu que l'État a directement intérêt à favoriser les activités de R-D pour répondre à ses propres besoins, pour s'acquitter de l'obligation qu'il a de soutenir l'économie nationale, et pour créer la contrepartie des impôts qui proviennent des innovations fructueuses.

Les dépenses qui se rattachent au processus d'innovations constituent probablement pour les particuliers le placement le plus aléatoire qui soit, mais du point de vue de la croissance économique d'ensemble, elles sont des plus efficaces parce qu'elles jouent alors le rôle de multiplicateur technologique. Le processus d'innovation industrielle donne lieu à un rapport «profit/coût» ordinairement plus faible au niveau de l'entreprise individuelle qu'à celui de l'ensemble de l'économie. La collectivité a donc intérêt à augmenter l'aide de l'État de façon que les frais sociaux variables égalent les avantages. Puisqu'on demande aux divers gouvernements de prendre en charge tous les frais de la recherche fondamentale libre parce qu'ils ont l'obligation de participer à l'enrichissement du savoir scientifique à l'échelle internationale, pourquoi ne devraient-ils pas également faciliter le processus d'innovation industrielle qui, pourvu qu'il atteigne le stade des réalisations,

exerce une influence marquée sur le bien-être collectif en favorisant l'expansion économique, l'amélioration des possibilités d'emploi et le relèvement des normes de vie. Le bien-fondé de ce raisonnement est généralement reconnu aujourd'hui, et parmi les nations industrialisées les plus évoluées, il n'y a de divergences de vues appréciables qu'en ce qui touche l'ampleur de l'aide directe de l'État et les modalités qu'elle doit prendre, qu'il s'agisse d'assurer des services ou d'accorder des incitations fiscales.

ÉLÉMENTS DE STRATÉGIE

Tout ce qui précède nous oblige à conclure que l'industrie canadienne n'a guère été active dans le domaine de l'innovation et a peu de réalisations de R-D à son crédit. Cette faiblesse relative du secteur privé est telle que le gouvernement canadien devra peut-être assumer un rôle plus actif que ne jouent la plupart des autres gouvernements. Pour être pleinement efficace, cette contribution accrue de l'État doit s'insérer dans une stratégie cohérente fondée sur la nouvelle politique nationale et sur les caractéristiques intrinsèques du processus d'innovation.

Au niveau des objectifs nationaux, l'appui direct de l'État doit avoir pour premier but de rendre les produits fabriqués entièrement au Canada capables de soutenir la concurrence des autres pays sur les marchés internationaux.

Les industries qui exploitent des ressources naturelles, mais qui ne transforment ni ne vendent leurs produits au Canada pour qu'ils y soient transformés ne devraient bénéficier que d'une assez basse priorité. Les gouvernements devraient poursuivre et même intensifier les relevés géologiques et la prospection du sous-sol qu'ils effectueraient conjointement avec l'entreprise privée afin de découvrir de nouvelles réserves de matières premières. Toutefois, à cet égard, le gouvernement canadien aurait pour tâche principale de soutenir les programmes de recherche portant sur de nouvelles utilisations des matières premières au Canada afin d'étendre la gamme des activités manufacturières et en même temps les possibilités de vente.

Il faudrait, selon les cas, que l'État adopte une stratégie d'attente ou une stratégie d'action directe. Certains soutiennent que, dans la réalisation de son programme d'aide directe à l'industrie, il devrait établir par le détail les priorités d'ordre national et s'en inspirer pour accepter certains programmes d'innovation et de R-D et rejeter les autres. Le Comité ne partage pas cet avis. Il faut évidemment faire un choix, mais le gouvernement ne doit pas se substituer aux entreprises elles-mêmes pour décider que tel ou tel projet de recherche mènera à des produits ou des services bien appréciés de la clientèle

et donc à des profits. Le gouvernement est rarement mieux outillé que l'entreprise privée pour choisir les domaines dans lesquels on peut poursuivre avec succès des travaux d'innovation technologique. Le processus est trop complexe et trop aléatoire pour se prêter à une planification efficace de l'extérieur. Sir Alec Cairncross déclare à ce sujet:

La dernière chose à laquelle l'État saurait s'attaquer, c'est bien la stimulation de l'innovation industrielle. Les fonctionnaires n'ont pas la moindre chance de reconnaître les idées fécondes, car ils sont trop malhabiles, trop ignorants et trop ancrés dans la bureaucratie. Ils s'attaquent d'ordinaire à des entreprises de prestige fort coûteuses qui monopolisent les énergies du trop petit nombre d'équipes de concepteurs dont nous disposons et cela jusqu'à ce qu'un nouveau gouvernement vienne démolir tout l'édifice.¹

Tout comme les grands inventeurs, les entreprises qui se consacrent à l'innovation devraient choisir leur propre domaine de recherche. L'État, à l'intérieur de certaines limites, leur viendrait en aide au besoin dans la réalisation des programmes de leur choix.

L'État ne peut pas donner son appui à tous les projets mis de l'avant par l'industrie. Il serait totalement inacceptable d'affecter les fonds publics au soutien de programmes de R - D qui n'ont aucune chance de succès, qui ne peuvent donner lieu à aucune utilisation commerciale au Canada ou qui ne présentent aucun autre avantage correspondant pour le pays.

La possibilité de faire des profits est la raison fondamentale pour laquelle les entreprises s'intéressent à l'innovation: c'est là un fait que trop de fonctionnaires et de politiciens oublient et dont l'État doit tenir compte dans ses politiques s'il tient à renforcer l'industrie canadienne pour lui permettre de soutenir la concurrence internationale. Nous avons déjà souligné le rôle important que jouent les impôts, les droits de douane, les brevets, la concurrence et les politiques commerciales dans la réalisation de cet objectif.

Avant d'appuyer un projet d'aide directe proposé par une entreprise, l'État doit s'assurer qu'il a de bonnes chances de succès financier grâce à l'existence d'un marché suffisant et à la compétence de la direction. Le gouvernement doit aussi en venir à la conclusion que son aide influera à un degré suffisant sur le progrès de l'économie canadienne et sur la réalisation de divers autres objectifs de l'État.

De plus, il reconnaîtra les possibilités d'action et les signalera aux entreprises qui n'attachent pas suffisamment d'importance à l'innovation. L'industrie privée n'est pas toujours désireuse d'innover. L'État évaluera de façon suivie l'intensité et l'efficacité de l'effort d'innovation dans les différents domaines industriels. Il instituera un système de contrôle des activités de R - D et

d'innovation pour faire ressortir les secteurs déficients. Il pourrait alors, de concert avec les industries qui présentent des anomalies, chercher l'explication de la faiblesse de l'effort d'innovation et élaborer un programme d'amélioration.

Deux autres facteurs militent en faveur d'une telle méthode. En premier lieu, la caractéristique la plus marquante de la nouvelle révolution technologique est d'être universelle et omniprésente. A l'avenir, toutes les industries et tous les services seront grandement touchés par l'évolution rapide de la technologie et offriront de la sorte de vastes possibilités à l'action innovatrice. En second lieu, l'économie canadienne s'appuie maintenant sur une infrastructure passablement forte et elle peut accéder à de vastes réserves de matières premières de toutes sortes. De nombreuses possibilités de croissance et d'innovation s'offrent donc à elle. L'État ne doit pas, partant d'idées préconçues, limiter ces perspectives et risquer d'affaiblir le dynamisme dont font preuve certaines entreprises en matière d'innovation ou de diriger ces énergies vers des domaines improductifs.

Les opinions varient grandement quant à la valeur des programmes de R - D de grande envergure. Certains soutiennent que de tels programmes, faisant appel à la technologie avancée, financés par l'État, mais confiés à l'industrie privée par les ministères compétents, constitueraient la façon la meilleure et la plus dynamique de stimuler les activités de R - D et d'innovation dans le secteur privé. A l'appui de cette thèse, on affirme qu'il faut des programmes de grande envergure pour réunir d'importantes équipes de techniciens compétents et pour les retenir au Canada. Il faut tenir compte, affirme-t-on aussi, des résultats indirects, qui, à cause de l'effet multiplicateur du processus d'innovation, constituent souvent un apport plus élevé que les résultats directs de ces programmes. Cette thèse est d'autant plus séduisante qu'elle fait appel à une stratégie relativement simple qui n'attache même qu'une importance limitée au choix des programmes eux-mêmes. Dans cette optique, on peut même décider d'aller sur la lune si les innovations et les avantages indirects l'emportent sur le coût de l'entreprise. Des données récentes montrent toutefois que la réalité est moins brillante que la théorie ne l'annonçait. On reconnaît de plus en plus aux États-Unis que le financement de vastes programmes militaires par l'État n'a pas renforcé l'ensemble de l'industrie nationale dans la mesure prévue par la théorie des «effets secondaires», mais au contraire l'a affaiblie et déséquilibrée. Le gouvernement des États-Unis songe donc sérieusement à accorder un puissant appui direct aux activités de R - D dans le secteur manufacturier privé. Un article de J. Herbert Hollomon et Alan E. Harger rappelle que le Pentagone a concen-

tré le programme national de R – D sur la défense, la conquête de l'espace et l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins militaires tandis que la plupart des pays de l'Europe occidentale et le Japon se préoccupaient avant tout de l'industrie civile:

Cette disparité de l'effort technique, qui existe depuis plus de dix ans, commence peut-être à se refléter dans nos échanges commerciaux avec l'Europe et le Japon. Examinons pour cela la balance commerciale d'un secteur qui fait tout particulièrement appel à la technologie—produits chimiques, machines-outils et outillage, appareils électriques, moyens de transport, instruments, etc. En 1968, dans leur commerce avec l'Europe, les États-Unis bénéficiaient d'une balance favorable de \$1.5 milliard. Toutefois, de 1962 à 1968, pour ce qui est des mêmes produits, les exportations de l'Europe vers les États-Unis ont augmenté au rythme moyen de 20 pour cent, tandis que les exportations des États-Unis vers l'Europe ne s'accroissaient qu'au rythme moyen de 9 pour cent. Durant ces mêmes années, la balance commerciale des États-Unis et du Japon, pour ces produits, est passée d'un excédent de \$300 millions en faveur des États-Unis à un déficit de \$500 millions. Alors que les États-Unis augmentaient en moyenne de 32 pour cent par année leurs importations en provenance du Japon, ils ne relevaient que de 7 pour cent par année leurs exportations vers ce même pays. Selon Boretsky, le maintien de cette tendance amènera en 1973, dans le seul secteur des produits à forte composante technologique, une balance commerciale de près de \$2 milliards en faveur de l'Europe. Les statistiques relatives au Japon sont encore plus inquiétantes: Boretsky estime qu'en 1973, la balance commerciale des États-Unis pour les produits à forte composante technologique atteindra presque \$5 milliards. ... Aux États-Unis, nous semblons avoir consacré des montants beaucoup trop faibles aux travaux techniques dont dépend l'amélioration de notre production industrielle et le relèvement de la qualité de notre vie.²

Le Canada ne peut certainement pas se permettre de renouveler l'expérience vécue par les États-Unis.

Dans les pays où l'effort global de R – D est quantitativement faible, les programmes de grande envergure exigent une part excessive des fonds et de la main-d'œuvre disponibles et tout échec risque fort de déclencher une catastrophe nationale. Il faut alors disperser les équipes de scientifiques et d'ingénieurs et le public en général en vient facilement à la conclusion que l'argent consacré aux activités de R – D est gaspillé. Les petits pays offrent d'ailleurs moins de possibilités de succès. La plupart des projets d'envergure font intervenir des considérations de prestige national et supposent l'existence de vastes marchés. A ce niveau, les grandes nations tiennent à tout prix à demeurer au premier rang, et les nations moins puissantes peuvent rarement soutenir une telle concurrence.

Les expériences vécues par le Canada et certains autres pays confirment ces observations. L'exemple le plus récent est celui du navire hydroptère *Bras d'Or*. L'avion *Arrow* a donné lieu également à une pénible aventure. Même en cas de réussite technique de la part du Canada, un avion de ce genre avait un tel rôle à jouer des points de vue de la sécurité militaire et du prestige national que les États-Unis ne pouvaient vraiment pas s'en remettre à des fournisseurs étrangers. Le Canada a depuis mis au point divers types nouveaux d'avions plus petits. Il ne nous est pas facile de vendre nos réacteurs nucléaires à l'étranger face à la concurrence des grandes nations. Nous avons dû reconnaître qu'il nous est impossible de construire des satellites de communication à aussi bon compte que les États-Unis, à cause surtout de l'exiguïté de notre marché et du manque de débouchés extérieurs. Il serait sans doute possible de mettre en œuvre des programmes de grande envergure en collaboration avec d'autres pays, mais l'entreprise conjointe de l'Angleterre et de la France en vue de la construction du *Concorde* montre que la collaboration multinationale dans le domaine de l'innovation industrielle n'est pas toujours chose facile et qu'il est extrêmement important de disposer à longue échéance de débouchés qui justifient les risques à prendre et amortissent les investissements.

Le gouvernement ne devrait pas rejeter *a priori* tous les programmes de grande envergure, mais plutôt en étudier attentivement et objectivement toutes les particularités avant d'y affecter des fonds publics. Quand il est question d'entreprendre de telles réalisations au Canada au lieu d'acquérir les droits d'utilisation de techniques étrangères, il faut appliquer le critère de base suivant: l'État et l'industrie privée constitueront-ils pendant assez longtemps un marché suffisamment important pour assurer des bénéfices intéressants aux entreprises participantes? Les programmes qui bénéficieront d'un appui de ce genre devront donner lieu, de la part d'un organisme distinct, à une évaluation continue et objective pour que les montants accordés correspondent aux possibilités de succès et aux dimensions du marché éventuel. Les programmes de grande envergure ne devraient certainement pas servir de base à la stratégie de l'État pour aider l'industrie canadienne à maîtriser et à utiliser les techniques de l'innovation. La puissance d'innovation d'un pays s'améliore bien davantage par la multiplicité des «mini-inventions» que par un petit nombre de grandes inventions spectaculaires. Le Comité en vient donc à la conclusion qu'une stratégie visant à concentrer les efforts sur des programmes de grande envergure serait trop risquée pour un pays comme le Canada.

Les activités de R – D à l'échelon industriel ne constituent que la première étape du processus d'innovation. L'appui de l'État a pour but de créer un

puissant courant d'innovation fructueuse et non de subventionner la recherche de laboratoire. L'invention doit se transformer en innovation et déboucher sur les marchés. Cette étape fait encore partie du développement: les travaux présentent souvent moins de risques, mais peuvent coûter plus cher que les projets de R - D proprement dits, ce qui est encore plus sérieux; en cas d'échec, même les meilleurs d'entre eux perdent toute valeur. Le D^r Chisholm déclare à ce sujet:

... le chemin qui conduit de l'invention à l'innovation et ensuite à cette chose que d'aucuns trouvent méprisable, «les profits», est long et fort coûteux. Il faut rendre le concept concret, choisir l'une des façons de l'utiliser, en venir à un objet qui se prête à un processus de fabrication industrielle, aménager une usine de production, trouver ou créer une entreprise de commercialisation et de distribution: à ce moment-là, si la clientèle se présente, on a une innovation. L'innovation peut en réalité se produire à l'un quelconque des maillons de cette chaîne, contrairement à la croyance populaire qui ne retient que le moment fugace de «l'eureka».⁸

L'aide de l'État est également nécessaire aux étapes subséquentes du processus d'innovation, mais sous une forme différente.

La stratégie gouvernementale doit également tenir compte d'un fait évident: à l'intérieur du régime économique actuel, il faut confier à l'entreprise privée la mise en marché de la plupart des innovations industrielles. L'expérience montre que l'acheminement de l'innovation jusqu'au marché est pour ainsi dire indivisible, et que cette continuité est en grande mesure la condition du succès, la seule exception à la règle étant peut-être l'étape de la recherche fondamentale. Il faut en conclure que c'est idéalement à l'intérieur d'une entreprise commerciale que doit s'effectuer le travail de R - D au stade industriel, ce qui n'élimine pas nécessairement la participation des laboratoires de l'État ni même celle des universités. Dans certains cas, il faut souhaiter que ces deux genres d'institutions ajoutent leur apport à celui de l'industrie privée. Il peut même être nécessaire de leur confier le principal rôle quand il s'agit d'industries groupant un grand nombre de petites entreprises, l'agriculture et la pêche par exemple. Même là, les laboratoires de l'État doivent chercher à jouer le plus petit rôle possible et s'attaquer à des besoins industriels nettement déterminés. Le personnel de ces laboratoires doit maintenir avec les représentants de l'industrie des liens personnels étroits qui constituent la façon la plus efficace d'assurer la communication des données technologiques.

L'aide directe de l'État en vue de favoriser l'innovation industrielle doit être suffisamment souple pour qu'on puisse en varier les modalités et l'intensité selon les industries, les entreprises, les stratégies d'innovation, les diffé-

rentes étapes du processus d'innovation, etc. S'il s'agit, par exemple, d'une industrie qui compte un grand nombre de petites entreprises, telle l'agriculture, l'État devra assumer les frais de toutes les activités de R - D et entreprendre lui-même une importante portion des travaux, sinon, rien ne se fera. S'il s'agit d'une stratégie d'absorption, l'aide de l'État—à supposer qu'elle soit nécessaire—devra, surtout dans les industries qui ne comptent qu'un petit nombre de grandes entreprises, n'être accordée qu'au stade final du processus d'innovation et prendre la forme de prêts simples, de prêts garantis ou d'achat d'actions. Entre les deux extrêmes, soit d'une part l'utilisation exclusive des fonds publics et le recours aux travaux *intra-muros*, et d'autre part, les simples prêts ou achats d'actions, l'État peut avoir recours à des mesures intermédiaires—politiques d'approvisionnement, dégrèvements d'impôts, contrats ou subventions de R - D—pour répondre à divers besoins précis.

Une stratégie aussi souple que celle que nous proposons exigera une unité d'action administrative extrêmement poussée. Si chacune des modalités d'assistance était confiée à des organismes distincts, il en résulterait presque automatiquement des lacunes et du chevauchement ainsi que l'utilisation de méthodes et de normes administratives divergentes. Une telle décentralisation compliquerait encore davantage des politiques déjà difficiles, accroîtrait le coût de l'administration des différents programmes et en réduirait l'efficacité. La concentration administrative permettra de créer des spécialistes dans divers domaines, ce qui sera à l'avantage du gouvernement et des entreprises qui traitent avec lui.

AIDE FINANCIÈRE DIRECTE

La plupart des pays en sont venus à la conclusion qu'il ne suffit pas de créer un climat favorable au sein de l'État et de l'industrie privée et de mettre sur pied les services voulus pour que le secteur industriel accroisse suffisamment ses activités de R - D et d'innovation. Ils croient qu'une aide financière directe s'impose également. Les modalités que cette aide peut prendre sont nombreuses.

Un petit nombre de pays s'en tiennent au dégrèvement d'impôts. Les États-Unis ont compté presque exclusivement jusqu'ici sur les contrats de R - D accordés par l'État aux entreprises industrielles, mais se proposent d'élargir leur programme. La France, la Grande-Bretagne et la Suède accordent une aide plus étendue.

C'est en 1962 que le Canada a vraiment commencé à encourager les sociétés commerciales à entreprendre des travaux de R - D: le gouvernement

leur a alors offert une aide financière dans le cadre d'un programme d'incitation fiscale qui a été abandonné en 1966. Il a aussi offert des subventions directes à l'industrie en 1961, et dans la deuxième moitié des années 1960 il a concentré presque toute son aide à ce niveau. Comme l'indique le tableau 24, les subventions versées par le CNRC et le ministère de l'Industrie et du Commerce sont passées de \$30 millions en 1966-1967 à un montant estimatif de \$91 millions en 1971-1972. Parmi les pays évolués, c'est certainement le Canada qui dispose du système le plus complet de subventions à l'industrie. Pourtant, en 1967—l'année la plus récente pour laquelle on puisse faire des comparaisons au plan international—l'industrie canadienne assumait elle-même les frais d'une grande partie de ses travaux de R-D, selon une proportion presque aussi élevée que celle de l'Allemagne et passablement plus forte que celle de la Suède, du Royaume-Uni, de la France et des États-Unis (*Tableau 12, Chapitre 6, 1^{er} volume*).

Le programme gouvernemental de stimulation des travaux de R-D et d'innovation dans l'industrie présente d'évidentes faiblesses. Le Comité a déjà signalé une grave erreur en ce qui touche les contrats accordés par l'État. Il convient d'examiner de plus près certaines autres carences ou lacunes.

1. Programmes actuels de subventions

Comme le Comité l'a signalé dans le premier tome de son rapport, il y a beaucoup trop de programmes de subventions. Conçus plus ou moins séparément, ils présentent des modalités très différentes, des domaines d'application qui chevauchent ou qui manquent de précision, ce qui pose des problèmes surtout lorsque les montants accordés varient considérablement d'un régime à l'autre. Il n'est pas toujours facile par exemple de distinguer entre recherche et développement; pourtant comme ces deux activités donnent lieu à une aide fort différente, il faut établir cette distinction et choisir entre le Programme d'aide à la recherche industrielle *IRAP* et le Programme d'avancement de la technologie industrielle *PAIT*, ou entre le Programme de recherche industrielle pour la défense *DIR* et le Programme de productivité de l'industrie du matériel de défense *DIP*. D'après les règles actuelles, les programmes *IRAP* et *DIR* permettent l'aide au développement quand il y a des fonds. Le partage de l'administration des programmes entre divers organismes et même entre diverses sections de ces organismes aggrave ces faiblesses.

Celles-ci résultent de l'absence d'une stratégie cohérente pour l'ensemble de l'aide financière directe de l'État, aux niveaux des modalités et de la distribution. Le Comité note avec satisfaction que c'est surtout au Programme

d'avancement de la technologie industrielle *PAIT* et à la Loi stimulant la recherche et le développement industriels *IRDIA* que l'on fait appel depuis 1966-1967 pour accroître l'aide financière du gouvernement. Cette tendance à la concentration des efforts est de bon augure. Il faudrait l'accentuer et de plus simplifier et uniformiser les méthodes administratives.

Le temps est venu de combiner les différents régimes de stimulation de l'effort de R - D—*DIP*, *PAIT*, *IRAP*, *DIR*—en un seul programme d'ensemble à fins multiples, qui serait assez souple pour répondre aux contingences dans les limites du raisonnable. On pourrait de la sorte éliminer les problèmes de délimitation des compétences, supprimer les chevauchements, assurer à toutes les industries un traitement équitable, établir un ensemble efficace de priorités, et rendre le processus administratif plus efficace, moins coûteux et plus simple.

Ce programme unifié devrait offrir des subventions d'ensemble qui embrasseraient toutes les activités de R - D et toutes les étapes de l'innovation, y compris l'analyse des marchés et les travaux techniques menant à la production. Ne seraient exclus que les immobilisations et les frais d'établissement des systèmes de commercialisation et de distribution en vue du lancement des produits ou procédés nouveaux. Le programme comprendrait deux éléments, l'un visant à aider les entreprises commerciales à monter les services spécialisés de R - D dont elles ont besoin, et l'autre, à aider ces entreprises à utiliser de tels services pour innover avec succès. On pourrait même y ajouter des subventions qui permettraient aux laboratoires de l'État de passer certains des scientifiques et ingénieurs qualifiés *SIQ* à l'industrie privée et à une entreprise de confier des travaux à d'autres entreprises spécialisées ou même à certaines universités capables de les effectuer plus efficacement et à meilleur compte.

La stratégie s'inspirerait de principes généraux, mais comporterait des aspects fort précis. La recherche de produits et de procédés nouveaux dans l'industrie manufacturière secondaire aurait la première priorité. Le programme global d'aide financière mettrait l'accent sur le développement plutôt que sur la recherche et poserait comme condition que le processus d'innovation ait lieu au Canada ou que des avantages au moins équivalents en découlent pour nous. A l'intérieur de ces priorités et de ces exigences générales, on ne rejeterait aucun secteur industriel ni aucun projet *a priori*. Le programme ne serait pas administré de façon passive: en plus d'accueillir les demandes, les administrateurs devraient, dans les secteurs qui n'ont guère d'innovations à leur crédit, inviter les industriels à présenter des projets. En fait, c'est ce rôle actif qu'il faudrait accentuer. C'est peut-être en renforçant les secteurs faibles qu'on effectuera les progrès les plus marqués.

La stratégie doit toutefois permettre une sélection précise des domaines d'application et du degré d'aide à fournir. Il importe d'aider les entreprises à la fois à se pourvoir de bons services de R-D et à s'en servir. En plus de soutenir certains projets spécifiques, le programme devrait prévoir le remboursement de la moitié des montants consacrés à la mise en place des services de R-D, pendant une période de cinq ans. (Certaines études empiriques indiquent que «les groupes de R-D semblent être les plus productifs au bout de cinq ans d'existence.»⁴) Toutefois, les entreprises n'ayant aucune expérience en innovation ni aucun service de R-D devraient adopter en premier lieu une stratégie d'absorption et se doter de moyens d'action en ce sens. Cette stratégie comporte moins de risques et est moins coûteuse que la stratégie offensive, et constitue de toute façon une préparation fort utile à cette dernière qui peut suivre.

Les administrateurs du programme devront mettre au point leurs propres critères et leurs propres priorités relativement au choix des projets de R-D et au degré d'aide dont ils bénéficieront. Ils exigeront que les entreprises commerciales évaluent d'abord elles-mêmes le rapport «profits/coût» ainsi que les possibilités de succès de l'innovation. Les administrateurs, de leur côté, élaboreront des techniques de mesure du rapport «bénéfices sociaux/coût» et d'évaluation des possibilités de succès. De telles mesures ne sauraient être exactes, mais elles peuvent servir de guide approximatif. En principe, lorsque le rapport «profits particuliers/coût» est supérieur à un, et le rapport «bénéfices sociaux/coût» est inférieur à un, il s'agit de projets qui n'ont guère d'importance pour ce qui est de l'aide de l'État. Plus le rapport «entreprise» est élevé et plus le rapport «bénéfices sociaux» est faible, moins un projet a besoin ou mérite d'aide de l'État. La priorité devrait aller aux projets qui présentent un rapport «bénéfices sociaux» plus élevé que le rapport «profits particuliers».

L'organisme chargé de l'application du programme établira un système efficace d'analyse des résultats de chacun des projets. Presque toutes les étapes du processus d'innovation présentent des risques, et le gouvernement ne peut s'attendre à ce que tous les programmes de R-D qu'il soutient financièrement conduisent à des innovations utilisables. Le système de contrôle fera ressortir les entreprises qui ne réussissent jamais à mener à bien leurs activités de R-D. Si de telles entreprises, après la période d'adaptation préliminaire, ne réussissent pas à accroître leur efficacité et à produire de meilleurs résultats, l'État leur retirera son appui.

On établira le niveau d'aide financière en fonction des critères précités et des risques à courir. L'aide devrait aller en décroissant, d'un maximum normal de 50 pour cent du coût jusqu'à 25 pour cent parfois. On accor-

dera le maximum à tous les travaux de recherche valables, car ils présentent généralement plus de risques que les travaux de développement. En général, l'aide de l'État devrait correspondre aux risques à courir et aux avantages que le programme peut apporter à l'économie.

Même avec l'utilisation des techniques d'évaluation quantitative que l'on est présentement à mettre au point, la stratégie que nous proposons exigera toujours des administrateurs du programme une forte dose d'intuition et de jugement. Ils auront à agir comme s'ils étaient associés aux entreprises, mais en même temps à s'assurer que les fonds de l'État servent vraiment les intérêts de la population et ne donnent lieu à aucun gaspillage. Il ne sera pas facile de concilier ces deux fonctions. Ces administrateurs devront exceller à plusieurs points de vue: talent, expérience, imagination, et prudence. Ces hommes d'élite auront une profonde connaissance de l'industrie canadienne et posséderont une compétence exceptionnelle en administration. Ils bénéficieront de l'aide de conseillers scientifiques et technologiques au jugement sûr. Le choix du personnel de direction sera l'un des éléments déterminants de l'entreprise. La fusion des programmes existants en un seul programme polyvalent permettra sans doute de trouver plus facilement les hommes dont on aura besoin.

A l'heure actuelle, il est impossible de faire la moindre estimation de ce que l'État devra verser à titre d'aide financière directe. Tout dépendra de la proportion de R - D *intra-muros* que le gouvernement décidera de confier à l'industrie, par contrat, et du nombre et de la nature des demandes qui proviendront de ce secteur. Il faudra procéder par tâtonnements pour établir le budget, du moins les premières années. Nous sommes convaincus toutefois que si l'on veut atteindre en 1980 les objectifs de R - D proposés pour le secteur industriel, il faudra augmenter considérablement les dépenses de l'État. Nous sommes également convaincus que ces dépenses, quel qu'en soit le niveau, constitueront pour le pays un placement profitable à longue échéance à condition que la stratégie que nous proposons soit appliquée.

2. *L'esthétique industrielle*

De la qualité de la conception industrielle, dépend souvent le succès commercial d'un produit nouveau ou amélioré.

Le Comité a demandé à un spécialiste en architecture et en esthétique industrielle, M. John Parkin, de présenter ses vues sur les succès obtenus par les pays scandinaves dans la conception d'articles d'utilisation courante au foyer. M. Parkin a déclaré que ces réalisations étaient l'aboutissement d'une longue préoccupation d'excellence et d'intégrité professionnelle de la part des

artisans. Autrement dit, ces réalisations correspondent à la culture et à la tournure d'esprit des Scandinaves. Les données présentées au Comité ont d'autre part montré que le Canada n'avait réussi à produire ni les concepteurs ni le milieu propice à leur travail.

Il a semblé également que l'industrie canadienne ne s'intéresse guère aux services que peuvent rendre ces spécialistes. Le Comité note donc avec plaisir l'initiative que le ministère de l'Industrie et du Commerce a prise d'encourager financièrement les entreprises à recourir à leurs services, grâce au Programme d'aide à l'esthétique industrielle.

Pour réussir, une innovation ne doit pas nécessairement être bon marché. Dans l'élaboration d'une politique canadienne de l'esthétique industrielle, il conviendra de noter que les réalisations des pays scandinaves s'expliquent non seulement par les attitudes culturelles, mais aussi—ce qui est vrai partout—par l'intervention de chefs de file, de spécialistes de talent, qui ont exercé une grande influence sur un groupe de jeunes bien doués. Le Danemark, par exemple, n'a pas toujours brillé dans ce domaine. En dépit d'une tradition artisanale fortement marquée par le milieu rural, l'ère du machinisme y a suscité, comme dans la plupart des autres pays, la production de biens ménagers de piètre qualité. La nouvelle esthétique s'imposa durant les années 1920. Poul Henningsen, architecte, concepteur et propagandiste des arts, préconisa alors une révolution de caractère démocratique:

Chers artisans, mes amis! Comment voulez-vous que nous vous respections tant que continuera l'escroquerie qu'on nous propose au nom de l'art, tant que vous ferez complètement fi de vos obligations envers le monde moderne? Nous ne pouvons trouver de verres, d'assiettes, de carafes, de cuillers, de couteaux ou de fourchettes acceptables; la camelotte et le fatras achetés à prix fou envahissent les maisons bourgeoises! Réfléchissez à l'obligation que vous avez de mettre à la disposition de vos concitoyens, dans leur vie quotidienne, des objets qui puissent être pour eux une source de contentement! Débarrassez-vous de vos bérets d'artistes et de vos lavallières, enfilez la salopette! Assez de cette prétention artistique! Faites simplement des choses qui peuvent servir: vous trouverez de quoi vous occuper pleinement, vous en vendrez de grandes quantités et vous ferez beaucoup d'argent!⁵

Donald Connery, qui connaît bien le monde scandinave, note que c'est précisément ce qui arriva. D'autres concepteurs, d'autres ingénieurs s'associèrent à Henningsen pour faire progresser l'esthétique industrielle d'inspiration danoise: il en résulta une interaction en profondeur extrêmement fructueuse entre les ingénieurs, les concepteurs, les artisans et les industriels.⁶ En Scandinavie, les artistes et les concepteurs ont appris à participer activement au processus technologique de la production industrielle. En Fin-

lande, par exemple, l'un des plus grands fabricants d'objets de céramique d'usage domestique met un atelier à la disposition des artistes et des concepteurs pour qu'ils travaillent les uns avec les autres et qu'ils se familiarisent avec les nouveaux produits et les nouvelles techniques de production.

Pour créer une doctrine typiquement canadienne d'esthétique industrielle, il convient de tenir compte des constantes qui semblent se préciser.

Le concepteur industriel est ordinairement celui qui, dans une équipe donnée, fait le pont entre les attitudes sociales et les valeurs culturelles des consommateurs et celles des spécialistes de la production. Il est évident que les besoins des utilisateurs et les techniques des producteurs, pour ne mentionner que deux éléments, varient rapidement et que les produits doivent se modifier en conséquence.

L'ingénieur futuriste Buckminster Fuller refuse, dit-il, d'acheter tout objet qu'il ne peut remettre en état lui-même. C'est sans doute sa façon de protester contre la difficulté croissante que l'on éprouve à faire réparer les appareils en panne et contre le gaspillage dont témoignent tous les objets inutilisables qui nous entourent. Cette attitude s'affirmera sans doute à mesure que la pollution et la conservation nous préoccuperont davantage. Les consommateurs se révolteront peut-être contre le concept du «jetable», contre la vente d'objets qui ne durent pas.

Le concepteur industriel doit également tenir compte du savoir-faire technique limité des fabricants et des réparateurs dans les pays du tiers-monde, qui constituent des marchés grandissants. C'est ainsi qu'une entreprise hollandaise spécialisée en électronique a dû transformer entièrement certains appareils de radio en vue de leur fabrication en Afrique.

Le concepteur industriel de l'avenir devra peut-être créer des produits durables, faciles à réparer et peu propres à contaminer l'environnement quand on les met au rebut. Ce sont là des exigences difficiles à concilier. Le Comité n'a pour ainsi dire aucune raison de penser que l'industrie des biens de consommation attache maintenant plus d'importance à l'esthétique industrielle en vue de faire face à de telles exigences.

Nous espérons que le ministère de l'Industrie et du Commerce, qui appuie déjà dans une certaine mesure l'amélioration de la conception industrielle, tiendra compte de ces tendances, qu'il les signalera aux fabricants et aux écoles d'esthétique industrielle au Canada.

Les mêmes considérations valent pour d'autres spécialistes qui, eux aussi, créent l'environnement artificiel de l'homme, les architectes. Dennis Gabor, qui vient de gagner un prix Nobel, insiste comme bien d'autres savants sur la nécessité d'une synthèse de l'art et de la technologie. Il s'intéresse particulièrement aux conséquences du développement technologique sur le milieu

urbain: «Le gigantesque terrier d'acier, de béton et de verre qui avant cent ans s'allongera presque sans interruption de Londres à Pékin, méritant ainsi l'appellation d'*Oecumenopolis* que lui a donné l'architecte grec C. A. Doxiadis . . . [montrera que] . . . la civilisation technologique aura atteint, par l'absurde, son aboutissement.»⁷ Gabor affirme que c'est aux architectes que reviendra principalement la tâche de faire entrer «l'art» dans la ville de l'avenir. Pour que les villes de demain ne soient pas simplement fonction des solutions technologiques imposées par les impératifs économiques, les concepteurs industriels et les architectes devront jouer un rôle important dans le processus de décision. Dans ses efforts pour favoriser le bon design, le ministère de l'Industrie et du Commerce ne devrait pas s'en tenir au monde industriel. Il devrait accorder un plus grand appui à certains centres de formation en esthétique industrielle au Canada afin qu'ils puissent faire intervenir d'autres disciplines au niveau de l'enseignement et former un nombre suffisant de concepteurs de calibre supérieur. Autrement, le monde industriel pourrait fort bien constater ses faiblesses dans ce domaine, mais être incapable de trouver des spécialistes en mesure de corriger la situation.

3. Nouveaux programmes d'aide

Il ne faut pas oublier que les activités de R – D industrielle ont pour objet de produire des innovations fructueuses donnant lieu à une mise en marché. Celle-ci présente ordinairement moins de risques, mais coûte plus cher que les travaux de R – D qui s'y rattachent. Pourtant, l'État n'a pour ainsi dire accordé jusqu'ici aucune aide à cette dernière étape du processus d'innovation.

L'aide gouvernementale qui s'impose relativement à ces travaux est fort différente de celle qui accompagne les activités de R – D. Les problèmes principaux sont ici le manque de capitaux et la rareté de bons conseillers en gestion. Le Comité estime que le gouvernement devrait instituer deux programmes pour combler ces lacunes.

Il faudrait en premier lieu établir un régime de prêts à taux d'intérêt réduit. Un tel système a donné de très bons résultats au Japon. Il devrait être conçu en fonction des entreprises de faible ou de moyenne importance qui éprouvent de la difficulté ou même qui ne réussissent pas à trouver des capitaux de spéculation ou d'exploitation à intérêt raisonnable. Ce système inclurait la possibilité d'obtenir des prêts garantis.

En second lieu, il faudrait créer une caisse spéciale de capital de participation, dans le même esprit, à l'intention surtout des nouvelles entreprises

à forte composante technologique. Le Royaume-Uni et la Suède ont créé de telles caisses publiques pour compenser le manque d'enthousiasme des institutions financières privées à avancer des capitaux de spéculation. La Société canadienne de développement sera pleinement occupée à empêcher la mainmise de certaines sociétés sur d'autres entreprises et à favoriser les fusions qu'exigera la réorganisation du secteur manufacturier secondaire. Le financement du processus d'innovation technologique est une opération extrêmement spécialisée. Même dans les pays où certaines entreprises ne font que des investissements spéculatifs—c'est le cas de la Suède—on s'est rendu compte qu'une caisse d'État peut jouer par rapport à elles un rôle complémentaire, travailler en étroite collaboration, et, partageant les risques avec elles, les encourager à intensifier et étendre leur action. Le Comité a constaté que le secteur financier privé est particulièrement faible au Canada et qu'une caisse d'État servirait non seulement à combler une lacune, mais à aider les entreprises existantes à devenir plus dynamiques.

Ces deux régimes auraient les mêmes objectifs et soutiendraient le même genre d'activités: ils devraient donc relever d'un organisme unique, qui reste à créer et qui se doterait d'un service spécialisé en gestion pour conseiller efficacement les entreprises bénéficiant de son aide. Les inventeurs et les innovateurs qui veulent monter leur propre entreprise pour exploiter leurs idées sont souvent mieux doués en imagination créatrice qu'en compétence administrative et en sens pratique!

L'organisme dont nous proposons la création travaillera en collaboration avec les administrateurs du programme de subventions de R – D, et avec les instituts de recherche industrielle dans les universités. Grâce aux liens étroits qu'il maintiendra avec les laboratoires industriels de l'État, avec la Société canadienne de développement et avec les milieux industriels et financiers, et grâce aux fonds dont il disposera, le nouvel organisme pourra grandement favoriser l'exploitation des innovations.

Le Comité recommande donc:

1. Que toutes les subventions visant spécifiquement à favoriser les activités de R – D dans l'industrie soient groupées en un seul programme polyvalent dont la réalisation, confiée au ministère de l'Industrie et du Commerce, s'inspirerait des principes généraux proposés quant aux caractéristiques et à l'administration de ces subventions; et

2. Que soit créée une institution de prêt et d'investissement, appelée Banque canadienne d'innovation (BCI), qui aurait pour mission, en collaboration avec les sociétés privées d'investissement spéculatif, de soutenir les activités

se rattachant à l'exploitation des innovations technologiques, surtout dans les entreprises de faible ou de moyenne importance, nouvelles ou existantes, et de conseiller ces entreprises en matière de gestion; elle relèverait du ministère de l'Industrie et du Commerce.

SERVICES D'ÉTAT

Pour assurer un niveau élevé d'innovation au sein de l'industrie, l'État devrait offrir divers services.

1. *Activités gouvernementales de R - D industrielle intra-muros*

C'est au niveau de l'industrie que la R - D industrielle devrait idéalement se situer, car c'est là que la plupart des innovations technologiques deviendront des réalités. Il y a toutefois deux domaines dans lesquels l'État doit effectuer des travaux de R - D pour répondre à des besoins précis de l'industrie et de l'ensemble de l'économie au Canada.

Certaines industries, notamment l'agriculture, la pêche, et diverses activités traditionnelles ayant pour théâtre le Nord canadien, ont pour caractéristique d'être composées d'un grand nombre d'entreprises relativement petites, généralement incapables de poursuivre isolément des travaux de R - D. Il y a d'autres secteurs, par exemple ceux des forêts, des ressources hydrauliques, de la faune, de la météorologie, et de l'océanographie, qui intéressent plusieurs genres d'industries, mais qui présentent également une grande importance pour le pays en général de sorte qu'il ne faudrait pas s'en remettre uniquement à l'initiative privée. Dans tous ces cas, l'État doit assumer la responsabilité principale du financement des programmes de R - D industrielle.

Les industries qui ne groupent que quelques grandes sociétés ne peuvent pas non plus répondre efficacement à tous leurs besoins de R - D. Nombre d'entreprises doivent disposer d'installations d'essai aussi vastes que coûteuses qu'elles n'utilisent qu'une partie relativement faible du temps. C'est typiquement le cas de l'industrie minière, de l'industrie secondaire et des industries de services: elles peuvent fort bien faire des travaux de R - D, mais elles ont besoin des organismes de recherche de l'État dans des domaines précis. A ce niveau, le gouvernement n'a que des responsabilités résiduelles et devrait adopter une politique d'attente plutôt qu'une politique d'action directe. Il devrait alors offrir un complément aux activités de R - D du secteur privé et ne répondre qu'à des besoins précis.

Nous n'avons pas l'intention de faire un examen détaillé des programmes de R - D industrielle de l'État: il faudrait entreprendre pour cela des études techniques détaillées qui dépasseraient notre mandat principal—les problèmes généraux de la politique scientifique—et qui rempliraient des volumes entiers. Le Conseil des sciences a publié des études et des rapports sur l'espace, les ressources hydrauliques, les forêts, les sciences de la terre, l'agriculture, la pêche et l'océanographie. Les comptes rendus des délibérations du Comité contiennent aussi une masse de données sur la plupart des programmes spécifiques de l'État et sur le rôle du gouvernement canadien dans ces domaines.

A ce stade-ci, il faudrait que le ministre d'État à la Science et à la Technologie procède à une évaluation détaillée des activités de R - D industrielle du gouvernement, ainsi que des propositions budgétaires et des orientations proposées par les divers organismes pour les années 1970. Cette évaluation systématique se ferait à la lumière des études du Conseil des sciences, des analyses effectuées dans les ministères et les organismes eux-mêmes, et des objectifs et des stratégies d'ordre général proposées dans le présent rapport. Il faudrait également s'inspirer des observations qui vont suivre sur les activités de R - D industrielle de l'État.

Ressources renouvelables et produits primaires

Les observations que nous formulons au sujet des ressources renouvelables et des produits primaires qui s'y rattachent valent à différents degrés pour tous les organismes d'État à mission pratique fonctionnant dans ce secteur.

Signalons en premier lieu la tendance générale et bien compréhensible de ces organismes de se suffire à eux-mêmes au point d'en arriver à un accroissement excessif. Le ministère de l'Agriculture illustre bien cette tendance. En 1970-1971, sur un budget total de R - D de près de \$60 millions, \$800,000 seulement, soit 1.3 pour cent, ont servi à soutenir des activités *extra-muros*.⁸ Le Comité estime que la recherche fondamentale orientée que ces organismes effectuent les distrait de leur mission pratique, et qu'ils devraient plutôt, règle générale, lorsque de tels travaux s'imposent, passer des contrats avec les centres de recherche fondamentale de l'État, dont il a été question au Chapitre 14, ou avec les universités. Selon les journaux, le D^r P. D. McTaggart-Cowan a insisté sur ce point, déclarant devant un groupe de scientifiques de l'État: «Une ou deux [facultés d'agriculture des universités canadiennes] sont de second ordre, les autres vont s'affaiblissant pour aboutir à la pire désolation, et c'est vous qui en êtes la cause!» Selon

lui, le ministère fédéral de l'Agriculture a monopolisé les fonds de recherche et affamé les chercheurs dans les universités. Le D^r McTaggart-Cowan, rapporte-t-on, a affirmé que les facultés de sylviculture dans les universités canadiennes sont aux prises avec les mêmes problèmes et qu'aucune ne parvenait même à être de second ordre.⁹

La propension qu'ont ces organismes de se désintéresser de leur vocation pratique les a poussés à concentrer leur recherche sur les sciences naturelles plutôt que sur les sciences sociales et sur le développement technologique au niveau de l'ingénierie. Ici encore, le ministère de l'Agriculture nous fournit un exemple concret. En 1967-1968 par exemple, le personnel du ministère comptait 935 spécialistes (années-hommes) affectés à la recherche, 175 au développement, et 154 aux services scientifiques. Le ministère a consacré \$35 millions aux sciences naturelles, mais seulement \$962,000 à l'ingénierie, le rapport étant de 36 à un.¹⁰ Il est pourtant évident que les nouvelles techniques peuvent jouer un rôle au moins aussi important que les nouveaux faits scientifiques pour l'amélioration de la productivité des industries primaires et pour la conservation des ressources. Il suffit de penser à ce qu'a signifié l'avènement du tracteur agricole.

Dans l'étude spéciale sur la sylviculture qu'ils ont faite pour le Conseil des sciences, J. Harry Smith et Gilles Lessard signalent plusieurs lacunes et affirment entre autres choses: «Un secteur d'application, très prometteur du point de vue pécuniaire, est celui de l'exploitation forestière. Des dépenses effectuées pour la mise au point de méthodes et matériels nouveaux pourraient se révéler des plus rentables.»¹¹ Ils ajoutent: «Les recherches en économie forestière et sur les incendies en forêt ont été négligées pendant de nombreuses années au Canada.»¹²

Il faudrait attacher une plus grande importance à la mise au point de nouveaux instruments et de nouveaux matériels spécialement adaptés aux besoins de l'agriculture, de la pêche, de la sylviculture (y compris la coupe du bois) et de la conservation des ressources hydrauliques. Comme il s'agit d'innovations technologiques qui doivent être mises sur le marché par l'entreprise privée, les organismes d'État à mission pratique devraient confier à l'industrie la R - D se rattachant à la mise au point de ces produits ou procédés nouveaux, au lieu de les effectuer dans leurs propres laboratoires. Dans la plupart des cas, le processus d'innovation en serait amélioré et la diffusion des innovations, accélérée.

Nous notons que ces organismes ont mis l'accent sur l'amélioration du rendement quantitatif et qualitatif. Il s'agit là, bien entendu, d'objectifs importants, mais il faut se rappeler que les difficultés croissantes qu'éprouvent certaines industries primaires se rattachent principalement à la surproduc-

tion, à la commercialisation, aux entraves au commerce, et aux produits de remplacement issus de nouvelles technologies. Il y a près de deux siècles, Antoine de Monthyon écrivait:

Il est un moyen simple de perfectionner la culture, c'est de donner aux denrées des débouchés.¹³

L'affirmation vaut toujours. La recherche visant à trouver de nouvelles utilisations des produits primaires par l'industrie manufacturière serait sans doute plus avantageuse que celle qui porterait sur l'accroissement de la production. Pourtant, les organismes d'État à vocation pratique n'ont effectué ou fait effectuer par l'industrie que bien peu de travaux de recherche portant sur de nouvelles et de meilleures utilisations des produits primaires. Quand ils se sont intéressés à ce genre de R-D, ils ont tenu à faire les travaux eux-mêmes. Ce fut le cas de la recherche de nouveaux ou de meilleurs moyens d'utiliser le bois. La technologie des aliments évolue rapidement: certains de nos produits primaires peuvent prendre une très grande importance, d'autres seront pour ainsi dire éliminés. Les organismes d'État à mission pratique ne se soucient guère de favoriser l'innovation dans ce domaine.

Le Comité en vient à la conclusion que les programmes de R-D de l'État visant à aider certaines industries primaires—agriculture, pêche, forêts, etc.—devraient porter davantage sur les produits secondaires fabriqués à partir des produits primaires. A la suite de cette évolution, ces organismes, en présentant leurs estimations budgétaires, justifieraient les cas où l'exécution des programmes n'est pas confiée à l'industrie.

La R-D industrielle effectuée par les organismes gouvernementaux semble n'avoir été que bien peu utile aux industries que l'on voulait aider. Le tableau 23 indique que les organismes d'État, les écoles techniques, les universités, et les laboratoires commerciaux ont été les sources les moins utiles de renseignements techniques. Le cas de la *Sea Pool Fisheries Limited* a laissé une impression pénible au Comité. Cette entreprise, fondée par des Canadiens, à Clam Bay, Nouvelle-Écosse, songeait en 1969 à hausser sa production annuelle à quatre millions de livres de poisson frais. Le Comité croit que l'Office des recherches sur les pêcheries et d'autres organismes d'État ont accordé une aide scientifique considérable à cette entreprise. Pourtant, par la suite, un mémoire rédigé par un membre du personnel de cette même entreprise déclarait: «. . . le pessimisme généralisé dont faisaient preuve les organismes fédéraux . . . a été l'un des facteurs qui ont retardé l'entrée en scène de la *Sea Pool Fisheries* comme l'une des nouvelles industries des Maritimes.»¹⁴ (Environ 93.5 pour cent des actions de la société appartiennent aujourd'hui à *Marine International Corporation*, de Newark,

New Jersey, qui a des établissements dans plusieurs régions du monde). Nombres de témoignages reçus par le Comité montrent que les cas précités sont loin d'être exceptionnels.

Tableau 23—Utilité des sources de renseignements techniques à la disposition de l'industrie du meuble

	% de réponses	
	Rarement ou jamais utile	Vraiment ou extrêmement utile
Revue industrielles.....	15	85
Revue scientifiques ou professionnelles.....	55	35
Fournisseurs de matériaux ou d'équipement.....	7	93
Visites d'établissements ou conseils venant d'autres entreprises.....	3	96
Associations industrielles, expositions.....	21	79
Écoles techniques ou universités.....	68	28
Organismes du gouvernement.....	68	28
Conseillers en ingénierie ou en technique.....	42	49
Laboratoires commerciaux.....	65	14

N.B.: Certaines sociétés n'ont pas donné leur avis sur toutes les sources de renseignements.
SOURCE: Woods Gordon and Company.

Actuellement, le financement, par l'État, des activités de R – D industrielle dans le premier secteur que nous avons examiné, à savoir les ressources renouvelables et les produits primaires qui s'y rattachent, relève principalement du ministère de l'Agriculture et du ministère de l'Environnement. Nous proposons que cette compétence soit limitée aux programmes visant à la conservation des ressources renouvelables, à l'accroissement du rendement et au relèvement de la productivité des industries axées sur les ressources renouvelables. A l'intérieur de ce contexte plus restreint, ces ministères devraient confier par contrat les travaux de recherche fondamentale dirigée qui s'imposent, soit à l'Académie nationale de recherche que nous avons proposé de créer, soit aux universités. Ils devraient soutenir financièrement en premier lieu les activités de R – D au stade du développement orienté vers l'innovation. Si la meilleure façon d'atteindre leurs objectifs est de développer des produits, de l'équipement et des procédés industriels nouveaux, il faudrait confier ces travaux à l'industrie privée de préférence, ou au groupement de laboratoires industriels de l'État que nous décrirons plus loin. Les organismes d'État ne devraient pas avoir à diriger de travaux de R – D

portant sur des produits manufacturés, par exemple ceux qui se rattachent à la technologie des aliments ou à celle des produits forestiers. Cela signifierait par exemple que les laboratoires des produits forestiers cesseraient de relever du ministère de l'Environnement et feraient dorénavant partie du nouveau groupement précité.

Il se peut que certains programmes existants soient éliminés ou perdent de leur importance. Il y aura peut-être aussi des lacunes à combler. Seul un examen détaillé des programmes actuels et des besoins futurs dira si le budget de R - D de ces organismes d'État doit être augmenté ou diminué. Nous croyons à la possibilité de le réduire de façon appréciable. Indépendamment des conclusions auxquelles cet examen conduira, nous avons la conviction que si nos vues sont retenues, les priorités de ces organismes seront grandement modifiées, qu'ils feront eux-mêmes moins de R - D et qu'une part plus importante de leur budget de R - D ira aux universités et surtout à l'entreprise privée, par contrat.

Industrie manufacturière—

Industries axées sur les ressources non renouvelables

Dans le deuxième grand secteur de la R - D industrielle que nous étudions, le rôle de l'État, aussi bien pour le financement que pour l'exécution des travaux, devrait être complémentaire et supplétif par rapport à celui de l'industrie secondaire, des industries de services, des entreprises de distribution de l'énergie, et de l'industrie minière (gaz naturel et pétrole compris).

Ces industries devraient être en mesure d'effectuer elles-mêmes une importante somme de travaux de R - D. Même dans ce domaine pourtant, le gouvernement canadien assure le fonctionnement de grands laboratoires industriels rattachés principalement au Conseil national de recherches, au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, à l'Énergie atomique du Canada, Limitée, et au Conseil de recherches pour la défense. Dans le premier volume, nous avons fait l'historique des circonstances qui ont conduit à la situation actuelle et des principes dont on s'est inspiré. Les tendances semblent encore les mêmes. Par exemple, les services administratifs d'ensemble et les services de conception technique du programme «satellites de recherche» se situent à l'intérieur du ministère des Communications: on peut se demander si ce n'est pas une autre manifestation du peu d'empressement des organismes d'État à confier des travaux à l'entreprise privée. En 1971-1972, le ministère consacrera \$12.5 millions à la R - D *intra-muros*, mais n'attribuera que \$4 millions aux contrats de R - D confiés à l'industrie. M. William J. Cheesman, ancien président de *Canadian Westinghouse Com-*

pany Limited, a donné l'aperçu suivant de la situation quand il est venu témoigner devant le Comité:

La raison pour laquelle ces projets restent dans les laboratoires du gouvernement est, nous dit-on, que seuls les laboratoires du gouvernement peuvent fournir un personnel qui soit de taille à entreprendre la réalisation de ces projets. L'argument est fallacieux, à notre avis, car l'industrie ne pourra jamais fournir le personnel hautement qualifié dont elle aurait besoin si on ne lui confie jamais la réalisation d'aucun projet.¹⁵

A la lumière des témoignages présentés au Comité, nous avons trois observations générales à formuler: elles ne valent pas au même degré pour tous les travaux et tous les organismes, mais elles donnent une assez juste idée de la situation d'ensemble.

Les services de R-D industrielle de l'État dans le secteur qui nous occupe présentement ont pris une ampleur démesurée. Dans nombre de cas, les organismes du gouvernement jouent le rôle principal et remplacent les laboratoires privés au lieu de les compléter et de les appuyer. Ils demeurent fidèles à l'esprit du début des années 1920, selon lequel ils devaient porter le fardeau principal des travaux de R-D, l'entreprise privée n'ayant, pour innover, qu'à utiliser leurs découvertes. Ils ont cherché à se suffire à eux-mêmes et à s'engager dans le plus de domaines possibles pour mieux accomplir leur mission propre. La propension de toute institution à s'agrandir a renforcé cette tendance.

Dans une telle optique, il ne faut pas s'étonner de ce que la plupart de ces organismes d'État aient, chacun isolément, donné à leurs programmes de R-D l'orientation qui semblait la meilleure. On s'est attaché à la recherche fondamentale et à la recherche appliquée plutôt qu'au développement. Les laboratoires industriels du gouvernement ont été dirigés comme s'il s'agissait d'institutions de recherche fondamentale. On ne leur a attribué aucune mission précise, le choix des sujets de recherche étant dans une grande mesure laissé à l'initiative de chercheurs qui, n'ayant pratiquement aucun contact avec l'industrie, en connaissaient mal les besoins réels. Ces organismes d'État, qui essentiellement devraient répondre aux besoins de l'industrie, décident en fait du genre de services qu'ils vont lui offrir: l'offre vient ici avant la demande. On risque ainsi d'en arriver à des situations bien embarrassantes. En Hollande, par exemple, un laboratoire d'État consacra énormément d'efforts à la mise au point d'un procédé technologique pour découvrir par la suite que le pays ne possédait pas la possibilité industrielle d'utiliser l'invention. Il a fallu en fin de compte vendre l'invention à une entreprise étrangère. Nombre de cas semblables ont dû se présenter dans les laboratoires du gouvernement canadien.

Aussi longtemps qu'on consultera à peine l'industrie lors de la formulation des programmes, et qu'on s'intéressera à la recherche plutôt qu'au développement, les activités de R – D ne pourront vraiment pas correspondre aux besoins industriels. Il y a donc un fossé entre les résultats de la recherche et le développement d'innovations fructueuses. De plus, aucun moyen efficace n'assure la communication des résultats à l'industrie. Très souvent, les organismes de l'État et les laboratoires de l'industrie privée ignorent ce qui s'accomplit dans l'autre groupe. Deux solitudes se sont créées là où la liaison constante et les activités complémentaires devraient être de règle.

Les généralisations qui précèdent résument l'ensemble des critiques fort sévères qui ont émané de tous les secteurs de l'industrie au cours des séances du Comité (*voir Chapitre 9, 1^{er} volume*). Bien entendu, l'industrie peut fort bien manquer d'objectivité. Certains scientifiques canadiens, dont le D^r A. E. Douglas, du CNRC, ont donné une autre interprétation de la situation et ont fortement reproché à l'industrie de manquer d'esprit d'innovation et de négliger de tirer parti des travaux de R – D effectués dans les laboratoires de l'État. En juin 1969, le D^r Douglas déclarait à ce propos:

Une deuxième source de frustration est la difficulté que nous éprouvons à faire pénétrer dans l'industrie canadienne les concepts et les découvertes qui viennent de nos laboratoires. On aime affirmer que les scientifiques attachés aux universités ou aux services de l'État vivent dans des tours d'ivoire pour se préserver des atteintes du monde industriel. S'il y a tours, elles sont de pierre grise et servent de prison aux scientifiques. Amenez-moi un physicien qui a voulu faire utiliser l'une de ses inventions par l'industrie canadienne: je sais d'avance que ce sera un homme épuisé par les difficultés qu'on lui a faites. Il n'est jamais facile de développer un nouveau produit, mais au Canada, dans le domaine de la physique, les difficultés sont énormes. Il ne s'agit pas ici d'un problème général et nébuleux qu'il faut aborder dans un esprit spéculatif, mais bien d'un état de choses que nous observons tous les jours au laboratoire. On nous demande de donner de meilleures preuves de l'utilité de nos laboratoires à l'endroit de l'industrie canadienne, mais nous découvrons que les voies qui nous permettraient d'exercer l'action souhaitée sont extrêmement limitées.¹⁶

Lorsqu'il est venu témoigner devant le Comité, le D^r J. L. Gray, président de l'EACL, n'a guère manifesté de confiance au sujet de l'efficacité de l'industrie en R – D:

... tout le monde dit que nous devons réserver à l'industrie tous les travaux de recherche et de développement appliqués. Il n'est pas facile d'entreprendre la recherche ou le développement dans l'industrie canadienne. Nous dépensons 6 ou 7 millions de dollars en travaux dans l'industrie canadienne, et ce depuis dix ou quinze années, travaillant avec les meilleures industries du pays, et il est très difficile d'obtenir de bons résultats dans l'industrie du Canada.¹⁷

D'autre part, M. W. J. Cheesman disait au sujet de l'EACL:

Rappelons le cas plus récent d'un laboratoire du gouvernement qui a connu une augmentation énorme de sa charge de travail et auquel on a conseillé de se débarrasser de certaines tâches en adjugeant des contrats dans le secteur industriel. Une fois encore, on entendit les propos traditionnels sur le manque d'ingénieurs et de scientifiques.

Toutefois, et il est intéressant de le noter, dans l'espace de deux ans, le laboratoire en question réussit à trouver le personnel voulu et à en augmenter le chiffre de 200 à 800.¹⁸

De telles déclarations révèlent la méfiance et l'animosité qui ont grandi au cours des années, opposant l'un à l'autre deux secteurs qui auraient dû maintenir une coopération des plus étroites. Le Comité estime que la situation doit changer radicalement. La seule politique rationnelle à long terme consistera à donner à l'industrie la capacité d'innover, si elle ne l'a pas déjà, ou à utiliser cette capacité maximum si elle l'a acquise. Cette stratégie offre la meilleure assurance que les résultats immédiats de la R-D donneront lieu à une utilisation commerciale et que les «retombées» utiles seront discernées et exploitées.

Jusqu'ici, les laboratoires industriels relevant du gouvernement ont manifesté une extrême réticence à accorder des contrats de R-D à l'industrie. La seule exception importante a trait à la défense, le gouvernement ayant enjoint aux organismes d'État, par une directive datant du début des années 1950, de confier certains de leurs programmes à l'industrie. M. Cheesman a cité à ce propos un cas précis:

Vers 1950, une équipe qui fit une étude de la situation revint à Ottawa en affirmant dans son rapport que les industries canadiennes de l'électricité et de l'électronique n'étaient pas en possession des moyens voulus pour mener à bien, du point de vue recherche et développement, les projets déjà en cours dans les laboratoires du gouvernement. . . . par voie de décret, les projets en question furent passés à l'industrie. Et l'industrie se mit à recruter scientifiques et ingénieurs, et à bâtir l'industrie de l'électronique. . . .¹⁹

Les directives du gouvernement depuis ce temps n'ont été ni aussi fréquentes ni aussi efficaces. Depuis quelques années, la situation est demeurée assez stable. Le Tableau 24 indique les montants versés par l'État à l'industrie pour des travaux de R-D, depuis 1966-1967, année où les mesures d'incitation fiscale de 1962 ont été rappelées. En excluant les prêts faits à l'Hydro-Québec et en supposant que tous les autres versements—sauf dans le cadre des programmes de subventions du CNRC et du ministère de l'Industrie et du Commerce—ont pris la forme de contrats de R-D, on

en arrive à un total de \$54 millions en 1966-1967 et de \$46.5 millions en 1971-1972. Durant cette période de cinq ans, la Défense nationale et l'EACL accusent une baisse considérable, et les Communications donnent lieu à un accroissement. Ce montant de \$46.5 millions est bien faible par rapport aux quelque \$300 millions consacrés en 1971-1972 aux activités de R-D *intra-muros*, dont une part appréciable se rattache aux problèmes industriels. Il y a évidemment lieu de renforcer le rôle de l'industrie en matière de R-D et il y a de bonnes chances que ce renforcement ait d'heureux effets secondaires sur le processus d'innovation industrielle.

A l'appui de ceux qui proposent de modifier le régime actuel de R-D industrielle, nous voulons souligner que les scientifiques et les ingénieurs ont ordinairement des aspirations et des normes de comportement différentes selon qu'ils travaillent pour l'État ou pour l'industrie. David C. McClelland, de l'Université Harvard, est l'un de ceux qui ont noté cette différence, qu'il attribue principalement à l'influence du milieu. Dans l'industrie, les entrepreneurs en R-D défendent ardemment leurs idées au lieu d'agir en

Tableau 24—Montants versés à l'industrie canadienne pour la recherche et le développement expérimental, 1966-1967 à 1971-1972
(En millions de dollars)

Ministère ou organisme	1966- 1967	1967- 1968	1968- 1969	1969- 1970	1970- 1971p	1971- 1972p
Comm. contr. énergie atomique.....	—	—	—	—	0.1	0.1
Énergie atomique du Canada Ltée.....	28.5	27.2	35.8	33.3	30.6	22.1
Comm. can. des transports.....	—	—	—	—	0.4	0.4
Communications.....	—	—	3.3	2.7	3.9	4.0
Énergie, Mines et Ressources.....	—	—	0.4	0.1	11.3 ¹	3.4 ¹
Environnement.....	—	—	—	0.7	1.2	1.5
Pêches et Forêts.....	0.8	0.3	0.1	—	—	—
Industrie et Commerce.....	25.8	31.3	45.7	52.1	67.0	82.6
Défense nationale.....	24.1	19.7	17.0	13.7	13.3	16.8
Conseil national de recherches.....	4.2	5.0	5.8	6.2	7.4	8.6
Travaux publics.....	—	—	—	0.1	0.1	0.1
Transport—autres.....	0.4	0.9	0.6	0.7	0.2	0.4
Autres.....	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
TOTAL.....	83.9	84.5	108.9	109.7	135.6	140.1
Versements aux institutions d'enseignement et à but non lucratif.....	56.1	82.2	108.9	113.3	118.3	127.8

SOURCE: Statistique Canada, août 1971; Cat. N° 7013-501; Rapport préliminaire N° 1; Tableau 9.

p—Chiffres préliminaires.

¹Y compris les prêts à l'Hydro-Québec: \$11 millions en 1970-1971 et \$2.5 millions en 1971-1972.

simples observateurs préoccupés avant tout d'objectivité. Ils acceptent les risques et veulent obtenir une compensation pour leurs réussites. McClelland affirme d'autre part que «pour l'État, la réalisation proprement dite ne constitue qu'un des éléments à considérer et souvent n'a qu'une importance secondaire. . . . » Il ajoute :

Les fonctionnaires doivent être impartiaux, désintéressés; ils doivent traiter tous ceux qui font appel à leurs services d'après des normes «universelles», sans égard aux circonstances de race, de religion ou de couleur; ils doivent éviter d'établir des liens personnels avec les clients. . . . de sorte qu'ils en viennent à se préoccuper beaucoup plus des règles à observer que de l'excellence des résultats. . . . Les chercheurs qui ont l'État pour patron apprennent avec le temps qu'il est plus important de prendre la «bonne» décision (celle que l'on peut justifier) que d'obtenir des résultats, le mot «résultat» ayant ici la signification que lui donne l'homme d'affaires, celle de «rentabilité». Le contrôle de la qualité s'inspire également de normes différentes, qui n'englobent pas seulement les réalisations, mais qui tiennent compte de ce qu'il faut faire la «bonne» chose dans le sens le plus général du terme.²⁰

Le Comité a noté que bon nombre de mémoires provenant de ministères ou d'organismes d'État comprenaient une liste de programmes présentés comme «importants». Toutefois, dans bien des cas, il n'y avait même pas un demi SIQ par «programme important». Autrement dit, certains laboratoires de l'État affirmaient travailler à des «programmes importants» devant rendre service à l'industrie, mais ils y affectaient un personnel de recherche qui ne correspondait en rien à la valeur supposée des travaux de R - D. Durant la période de questions, quand nous avons engagé la discussion sur ce point, le directeur d'un laboratoire du gouvernement a reconnu que nombre de projets étaient en effet de peu de conséquence. Nous avons été étonnés de voir un organisme présenter une longue liste de «projets importants» puis reconnaître qu'il s'agissait en fait de petits travaux d'une durée de quelques jours.

Les normes de comportement différentes que l'État et l'industrie adoptent expliquent pourquoi le secteur de l'État s'oppose plus que l'industrie aux inventions et aux innovations orientées vers les marchés commerciaux. Il y a là une autre raison de retirer aux laboratoires de l'État les programmes de R - D industrielle et de les confier au secteur privé.

En conclusion, le Comité estime que des directives générales devraient préciser le rôle des laboratoires de l'État dans ce deuxième secteur de R - D industrielle que nous venons d'examiner.

Il faudrait catégoriquement déclarer que la raison d'être des organismes publics et de leurs programmes *intra-muros* est d'aider l'industrie et non de s'y substituer. Les laboratoires existants devraient avoir pour tâche princi-

pale d'aider l'industrie à acquérir la compétence voulue en R-D quand elle ne la possède pas déjà, et ensuite d'utiliser cette capacité au maximum pour l'exécution de leurs propres programmes de R-D industrielle. A l'avenir, lorsqu'il estime qu'il doit mettre sur pied de nouveaux programmes de R-D industrielle, le gouvernement devrait examiner attentivement la question avec les représentants du monde industriel avant de décider d'entreprendre des travaux *intra-muros*. Une telle mesure devrait être exceptionnelle et, la plupart du temps, servir uniquement à permettre aux laboratoires privés de se préparer à prendre la relève.

Les travaux présentement effectués par les laboratoires de l'État dans le domaine de l'industrie secondaire et des industries fondées sur les ressources non renouvelables devraient aussi faire l'objet d'une revue systématique pour voir s'il ne convient pas de les abandonner, s'il ne faut pas affecter les laboratoires et leur personnel à des missions d'une plus grande importance pour l'industrie ou la population en général, et si de toute façon de plus grands avantages ne résulteraient pas de l'exécution de ces travaux par l'industrie ou les universités.

Le Comité a l'impression que certains laboratoires du Conseil de recherches pour la Défense ont réalisé leurs objectifs primitifs, et qu'il faudrait leur confier de nouvelles tâches ou les transformer en institutions administrées conjointement par les universités et l'industrie. Il est peut-être temps de confier les installations de Whiteshell, qui relèvent de l'EACL, à un groupe d'universités: on a en effet affirmé que ce laboratoire s'occupe principalement des sciences des matériaux. Plusieurs pays ont considérablement réduit le personnel de R-D dans le domaine de l'énergie nucléaire ou lui ont confié de nouvelles tâches. Les services de distribution de l'énergie devraient s'occuper plus activement de R-D en ce qui touche l'énergie nucléaire: l'Hydro-Québec a dit son intention de le faire. (Les entreprises de distribution de l'énergie auront à exploiter des centrales nucléaires et à les intégrer au reste de leurs installations).

En même temps que ces activités seront éliminées ou confiées à l'industrie, aux universités ou à l'Académie nationale de recherche dont nous proposons l'institution, il faudrait préparer le regroupement des laboratoires industriels de l'État sous l'autorité du ministère de l'Industrie et du Commerce. Nous proposons que ce transfert ait lieu au plus tard le 31 mars 1973. Les travaux de R-D qu'ils continueraient d'effectuer devraient faire l'objet d'une revue continue avec la collaboration de représentants de l'industrie pour s'assurer qu'on tient pleinement compte de l'évolution des besoins de l'industrie. De la sorte, la communication des connaissances à l'industrie serait plus directe

et plus efficace, et les programmes de ces laboratoires s'adaptent mieux à une stratégie industrielle et technologique d'ensemble.

Pour atteindre ces objectifs, il faudrait que les industries intéressées soient fortement représentées au sein des conseils d'administration de ces organismes ou des commissions consultatives. Comme cette évolution aurait précisément pour objectif d'aider l'industrie, le Comité estime que celle-ci devrait fournir une contribution financière croissante au budget de ces organismes. Entre autres choses, cette participation financière obligerait l'industrie à s'intéresser au fonctionnement des laboratoires.

Le Comité estime que pour assurer l'application de ces principes, il importe de limiter les budgets et l'embauche de personnel et par le fait même l'accroissement constant des activités de R-D industrielle dans les laboratoires de l'État. Ces restrictions devraient entrer en vigueur à partir de l'année financière 1973-1974, ce qui donnerait à l'industrie, aux laboratoires et aux ministères le temps voulu pour le transfert des programmes à l'industrie, et permettrait d'adopter les programmes *intra-muros* à la stratégie proposée par le Comité. Les dépenses du gouvernement fédéral ne pourraient s'élever au-dessus de la limite précitée que s'il fallait augmenter l'aide financière directe ou faire exécuter par l'industrie des travaux de R-D en provenance des ministères.

Le Comité recommande donc:

1. Que le ministre d'État à la Science et à la Technologie entreprenne et poursuive de façon continue une revue approfondie des programmes actuels et futurs de R-D industrielle des ministères et des organismes de l'État qui s'intéressent aux ressources renouvelables et aux industries primaires connexes, telles l'agriculture et la pêche, cette revue ayant pour but d'établir que ces organismes ne s'occupent pas de travaux de R-D rattachés aux produits manufacturés à partir de produits primaires, qu'ils abandonnent ou réduisent certains programmes ne présentant pour le Canada qu'une faible importance, qu'ils confient aux universités ou à l'Académie nationale leurs travaux de recherche fondamentale orientée, et qu'ils fassent exécuter le plus possible de travaux de développement par l'industrie;

2. Que le ministre d'État à la Science et à la Technologie entreprenne une revue ayant les mêmes buts et portant sur les programmes de R-D industrielle mis en œuvre dans les laboratoires des ministères et des autres organismes de l'État pour venir en aide à l'industrie secondaire et aux industries de services, y compris l'industrie minière et les entreprises de distribution de l'énergie;

3. Que le 31 mars 1973, les laboratoires de l'État qui viennent d'être mentionnés soient regroupés pour former une nouvelle société d'État portant le nom de Société canadienne des laboratoires industriels (SCLI), dont le conseil d'administration et les commissions comprendraient une forte proportion de représentants de l'industrie, qui ferait l'objet d'une participation financière croissante de la part de l'industrie, et qui relèverait du ministère de l'Industrie et du Commerce; et

4. Que dans l'attente des résultats de la revue approfondie que nous proposons, le budget et le nombre d'employés affectés aux travaux intra-muros de R - D industrielle soient limités à compter de l'année financière 1973-1974.

2. Communication des connaissances, information et prévision technologiques

L'un des plus grands services que l'État puisse rendre à l'industrie, c'est d'aider à recueillir et à diffuser l'information et les prévisions technologiques. Pour élaborer une stratégie rationnelle de l'innovation, les diverses industries, tant dans leur ensemble qu'au niveau des entreprises, doivent discerner le plus rapidement possible les tendances technologiques qui se manifestent au Canada et à l'étranger. Le D^r Chisholm estime qu'un laboratoire doit être bien plus un transformateur qu'une source d'information:

Le concept de création d'information n'est même pas logique en lui-même. Le plus grand des laboratoires canadiens représente le dixième de l'institution correspondante des États-Unis et quelques centièmes peut-être de l'activité mondiale. S'il se situe dans la moyenne générale, il pourra donc créer au plus quelques centièmes des idées nouvelles utilisables. S'il sert plutôt à regrouper les idées et à faire circuler l'information, le même laboratoire pourra, comme la «pompe thermique», avoir un rendement grandement supérieur à l'unité.²¹

Il est reconnu que la plupart des innovations technologiques sont prévisibles bien avant le stade de la réalisation industrielle. On les pressent, on les discerne avec une précision croissante à mesure que les données technologiques deviennent plus accessibles. Les répercussions d'une innovation sur une industrie ou sur une entreprise peuvent être prévues bien avant que l'innovation ne se généralise. La documentation sur la prévision technologique devient de plus en plus abondante. Certaines entreprises spécialisées assurent déjà un service d'information et d'alerte à leurs abonnés.

Toute entreprise désireuse de tirer plein parti des nouvelles possibilités technologiques ou même simplement de se prémunir contre les dangers qu'elles présentent pour elle, et soucieuse de savoir quels produits et quels

procédés il faudrait qu'elle mette au point devrait avoir à sa disposition un bon service d'alerte technologique. Selon James R. Bright, professeur de gestion technologique au Graduate School of Business de l'Université du Texas, ce service d'alerte comprend quatre activités:

1. Examen du milieu pour déceler les indices avant-coureurs de transformations technologiques importantes.
2. Détermination des conséquences possibles (on suppose que les indices ne sont pas trompeurs et qu'ils correspondent à des tendances durables).
3. Choix des paramètres, des politiques, des événements, et des décisions devant faire l'objet d'un examen et d'un contrôle pour établir l'orientation et la vitesse réelles des changements technologiques, et les effets qui peuvent en résulter.
4. Présentation des données recueillies au cours des étapes précédentes, suffisamment tôt et d'une manière telle que la direction puisse les utiliser pour décider ce que fera l'entreprise. . . .

La direction d'une société qui ne tient pas compte des mises en garde et des incitations de ces signes prémonitoires de changements technologiques demeure à la merci du hasard, de l'intuition et de l'illusion qu'elle disposera toujours d'une liberté d'action suffisante.²²

Il est essentiel pour toute entreprise et toute industrie de pouvoir compter sur un bon service d'alerte technologique. Le succès du Japon sur ce plan s'explique en grande partie par l'excellence de son service d'alerte, qui fonctionne sur une grande échelle et s'étend à tous les principaux pays industriels du monde.

Les entreprises d'importance secondaire ne peuvent pas d'ordinaire monter leur propre service d'alerte technologique, mais les renseignements recherchés sont-ils si secrets qu'on ne puisse les partager? Il est possible de les mettre en commun de façon efficace et satisfaisante. Chacune des industries canadiennes devrait se demander si les entreprises qui la constituent auraient avantage à utiliser les services d'un système d'alerte technologique fonctionnant au niveau de l'industrie.

Ces services d'initiative privée devraient avoir pour complément un service gouvernemental d'alerte, qui étendrait son action à l'étranger. Cet organisme d'État aurait pour mission de favoriser, aussi bien dans le secteur public que dans le secteur privé, la création de réseaux spécialisés; il servirait de plus de centre national d'échange de renseignements. Il s'agirait de monter un système d'alerte aux transformations technologiques qui surviennent dans le monde entier. Ce centre d'échange et ce réseau national faciliteraient également le choix des programmes de R - D dans les organismes d'État,

la détermination des politiques scientifiques, et l'évaluation d'ensemble des avantages et des inconvénients que les innovations peuvent avoir sur la qualité de la vie au Canada.

L'expérience enseigne que les inventions qui ouvrent la voie aux innovations les plus importantes voient le jour et sont mises au point ailleurs que dans l'industrie à laquelle elles se rattachent. Les entreprises ne saisissent pas toujours la portée, favorable ou non, des changements scientifiques ou technologiques, ancrées qu'elles sont dans leurs attitudes traditionnelles. Les exemples spectaculaires ne manquent pas: la xérophotographie, le transistor, la photographie instantanée, l'avion à réaction, etc. Un service public d'alerte devrait scruter la scène mondiale pour noter les principaux événements techniques et scientifiques, les signaler aux entreprises canadiennes correspondantes et obtenir leur réaction. C'est probablement à cela que songeait Richard R. Nelson lorsqu'il déclarait:

L'autre élément d'une politique technologique nationale est la perception lucide des situations et des activités qui sont à la base d'une mauvaise réaction du marché. Lors de l'élaboration de la politique, il ne faut pas oublier le rapport qui existe entre certaines valeurs sociales et certains produits, ni le fait que les possibilités du marché ne constituent pas nécessairement un attrait suffisant lorsque les nouveautés technologiques appelées à jouer un rôle important à longue échéance n'en sont encore qu'au stade de l'exploitation.²³

Ce service devrait également faire la revue des activités de recherche dans les laboratoires des universités et du gouvernement, et, avec la participation de l'industrie, noter les programmes qui offrent de réelles possibilités d'utilisation au Canada. Cette revue devrait également englober les brevets qui sont déposés au Canada.

Au Chapitre 13, le Comité a recommandé l'établissement d'un système généralisé d'information scientifique et technique qui aurait pour fonction également de faire l'inventaire et de suivre l'évolution, partout au pays, des programmes et des projets de R-D qui bénéficient de l'aide de l'État. Nous ne préconisons pas une centralisation absolue de la collecte et de la diffusion de ces données. La Bibliothèque nationale des sciences devrait relever de l'Académie nationale de recherche dont nous avons proposé la création (Chapitre 14). L'information relative au processus d'innovation industrielle, aux inventions, aux brevets et aux innovations et, de plus, la transmission efficace de cette information devraient relever principalement du ministère de l'Industrie et du Commerce, mais faire intervenir les conseils de recherche des provinces. (Dans un volume subséquent, le Comité traitera plus en détail des relations qui devraient exister entre ces conseils, d'une

part, et les ministères et les autres organismes fédéraux, d'autre part). La Société canadienne des brevets et d'exploitation, Limitée devrait être englobée dans le système de communication des données technologiques du ministère de l'Industrie et du Commerce. L'industrie privée des communications devrait participer dans toute la mesure du possible à la réalisation de ce projet. Puisque ce service d'intérêt national ne peut être pleinement centralisé, il ne pourra fonctionner que s'il y a coordination des initiatives.

Le Comité recommande donc:

1. Que le ministre d'État à la Science et à la Technologie soit chargé de créer un système de collecte et de communication des nouvelles données scientifiques et technologiques, et un service de prévision technologique, avec la collaboration de l'Académie nationale de recherche (dont le Comité propose l'institution) et le ministère de l'Industrie et du Commerce, en consultation avec l'industrie des communications;

2. Que la collecte, le stockage et la diffusion de la documentation scientifique et technique soient principalement confiés à l'Académie nationale de recherche, et que la collecte, le stockage et la communication efficace de l'information et des prévisions technologiques se rattachant au processus d'innovation industrielle soient confiés au ministère de l'Industrie et du Commerce, mais de façon que les autres organismes d'État puissent monter leurs propres systèmes en fonction de leurs besoins;

3. Que le ministre d'État à la Science et à la Technologie soit chargé de poursuivre de façon continue l'examen, l'évaluation et la coordination des activités des divers organismes d'État en ce qui touche l'information scientifique et technique et la prévision technologique; et

4. Que toutes ces activités soient orientées de façon à favoriser l'implantation d'une industrie canadienne de l'information et de la prévision, et que ce soit là une tâche à laquelle les deux ministères précités accordent une haute priorité.

Compte tenu du rôle que le ministre d'État à la Science et à la Technologie doit jouer dans tous les domaines visés par la politique scientifique, il semble logique d'en faire le maître d'œuvre en matière d'information.

Parmi les nombreuses possibilités d'utilisation de ce service central, le Comité en retient une à titre d'exemple. On s'accorde à penser que la prochaine percée importante dans le domaine de l'énergie nucléaire sera la réalisation d'un réacteur du type «générateur rapide» qui, à plein régime, produira plus de combustible nucléaire qu'il n'en consommera. La Grande-

Bretagne et l'Union soviétique semblent mener la marche et se disputent une course dont l'enjeu est le démarrage du premier prototype. Le Canada n'a pas fait de travail systématique en ce domaine, mais la question présente pour lui une importance vitale.

Plusieurs questions se posent. Quand les réacteurs du type «générateur rapide» en arriveront au stade industriel, vers la fin des années 1970 à ce qu'on pense, quelles répercussions auront-ils à court terme et à long terme sur notre industrie de l'uranium? Créeront-ils un marché pour le plutonium produit par les réacteurs CANDU de conception canadienne—c'est ce qu'espère l'EACL—ou fourniront-ils aux États-Unis l'occasion d'utiliser les vastes quantités de ce combustible contenues dans les engins nucléaires déclassés qu'ils ont récemment décidé de mettre au rancart? Le réacteur «générateur rapide» produira-t-il de l'énergie à meilleur marché que notre réacteur CANDU? Les ententes de coopération conclues entre le Canada et la Grande-Bretagne, qui ont permis à celle-ci de construire son réacteur SGHWR principalement à l'aide de données technologiques provenant du Canada, vaudront-elles en sens inverse pour nous donner libre accès aux connaissances technologiques que possède la Grande-Bretagne sur les réacteurs de type «générateur rapide»? Voilà, selon le Comité, le genre de questions auxquelles les services coordonnés d'information technique et de prévision technologique devraient être en mesure de répondre en tout ou en partie.

3. *Effectifs scientifiques et technologiques*

Pour atteindre les objectifs proposés par le Comité, le secteur industriel devra recruter un nombre croissant de SIQ qui auront été formés en fonction de ses besoins. Nous avons recommandé qu'une étude soit faite pour déterminer le genre et le nombre de spécialistes dont on aura besoin durant les années 1970. Nous espérons que, lorsque les dimensions du problème seront connues, les universités se prépareront à répondre aux besoins, les étudiants évitant de s'orienter vers des carrières déjà encombrées et hésitant moins à chercher des emplois dans l'industrie.

Le gouvernement canadien peut jouer un rôle actif en ce sens en modifiant ses programmes de bourses du premier et du second cycles de façon à encourager les étudiants à acquérir le genre de formation dont l'industrie aura besoin. Ce serait là une façon efficace d'amener les universités à s'adapter aux nouveaux besoins.

Il faut également s'arrêter sur un autre aspect de la politique des effectifs scientifiques. Un scientifique ou un ingénieur qui passe toute sa carrière

dans le même laboratoire et le même environnement peut très difficilement conserver son enthousiasme et manifester la même curiosité et la même acuité intellectuelles. A quarante ans, dit-on, la plupart des scientifiques devraient abandonner la recherche et s'orienter vers une nouvelle carrière. L'isolement du reste du monde atteint probablement son extrême dans les centres de recherche de l'État, où le chercheur n'a aucune raison particulière de trouver une utilisation à ses découvertes scientifiques ou de mettre ses inventions au point, et où, la plupart du temps, il n'a même pas la satisfaction d'enseigner.

Au Chapitre 14, nous avons dit que les scientifiques devraient pouvoir muter des centres de recherche fondamentale dont nous proposons la création aux organismes d'État à mission utilitaire. Cela correspondrait à la pratique des laboratoires de recherche fondamentale dans les grandes entreprises industrielles. Les directeurs de la recherche de plusieurs de ces entreprises ont dit au Comité qu'ils suivent de près le fonctionnement de leurs laboratoires de recherche fondamentale pour voir à ce que l'avancement de leurs chercheurs aille de pair non seulement avec le succès qu'ils obtiennent dans la recherche fondamentale, mais aussi avec l'intérêt qu'ils manifestent pour de nouvelles affectations. Il est possible de les permuter à d'autres secteurs de l'entreprise pour qu'ils puissent accroître leur compétence ou assumer des fonctions plus importantes.

Il ne suffirait pas d'effectuer des mutations à l'intérieur des services de l'État. Compte tenu de l'urgence qu'il y a de renforcer la R - D industrielle dans le secteur privé, le gouvernement devrait faciliter le séjour temporaire ou permanent de ses scientifiques et de ses ingénieurs dans l'industrie. Le régime administratif des services de l'État s'oppose actuellement à de tels déplacements de personnel. Entre autres obstacles, il y a l'impossibilité de transférer les droits à la retraite, et les baisses de traitement qu'il faudrait accepter surtout dans les petites entreprises. Pourtant, la plupart de ces difficultés pourraient être surmontées. Le gouvernement aurait même tout avantage à mettre sur pied un système de prêt de personnel de recherche aux petites entreprises. Celles-ci pourraient de la sorte renforcer leurs services de R - D, et offrir aux scientifiques et aux ingénieurs l'occasion de travailler dans un nouveau milieu, de s'attaquer à de nouveaux défis, et de prolonger leur période d'utilité professionnelle.

On ne saurait trop insister sur le rôle important de la mobilité du personnel dans la diffusion de la technologie et l'exploitation des innovations. Donald A. Schon, qui a étudié le phénomène de l'innovation, signale que « . . . les changements technologiques de quelque importance résultent presque toujours de l'arrivée de quelqu'un de l'extérieur. »²⁴ Il soutient que la

mobilité du personnel de R – D, d'une institution ou d'un secteur à l'autre, constitue «la principale source de changement technologique de notre société, et cela depuis au moins cinquante ans. La 'communication technologique' résulte du même phénomène.» Il va même jusqu'à dire:

Ce qui importe, c'est la mobilité du personnel, des organismes et des institutions et non l'information. Les concepts «information», «communication» et «documentation» ne servent au fond que de «porte-documents».²⁵

Derek J. de Solla Price insiste également sur l'importance de la mobilité. Il recommande qu'un courant ininterrompu et de plus en plus fort de chercheurs de l'État aille en direction des universités et, «ce qui est d'importance vitale, vers l'industrie privée.» Il note que Peter Kapitza, physicien russe de grande réputation, a exprimé le même avis:

[Kapitza] déclare qu'une trop grande stabilité caractérise le monde scientifique et qu'il serait dans l'ensemble utile de mettre à pied bon nombre de gens pour créer plus de postes au bas de l'échelle. Évidemment, il n'en résulterait pas une diminution des effectifs de scientifiques et de technologues, mais plutôt un fort accroissement de la mobilité et par conséquent une amélioration considérable de la communication, du moins celle qui résulte du fait que les chercheurs véhiculent alors à la fois la tradition du monde de la recherche et le savoir-faire scientifique et technologique.²⁶

Le Comité recommande donc:

1. Que le ministre d'État à la Science et à la Technologie fasse la revue des programmes de bourses du premier et du second cycles relevant du gouvernement canadien, à la lumière du nombre estimatif de SIQ dont on prévoit avoir besoin durant les années 1970, surtout dans les secteurs technologiques, y compris ceux du génie social et de la gestion des entreprises, en vue d'éliminer les excédents ou les manques dans certains domaines; et

2. Qu'avec la collaboration de la Commission de la Fonction publique et du Conseil du trésor, le ministère mette au point un programme visant à accroître la mobilité du personnel de R – D à l'intérieur du gouvernement, et entre les universités, l'industrie et les organismes d'État, une importance particulière étant accordée au mouvement du personnel de l'État vers l'entreprise privée.

CONCLUSION

Le Comité a consacré une attention particulière à la R – D industrielle et aux innovations d'ordre économique orientées vers les marchés commerciaux parce qu'il estime que le Canada présente des faiblesses marquées

dans ce domaine et que l'élimination de cette lacune devrait constituer l'un des principaux objectifs nationaux des années 1970. Nous avons la ferme conviction que le pays a tout intérêt pour sa prospérité future à modifier profondément et dans les plus brefs délais les objectifs et les stratégies qui le guident dans sa croissance. Nous ne sommes pas seuls à nous inquiéter. Dans son récent rapport, *Perspectives de rendement de l'économie*, le Conseil économique du Canada en vient à une conclusion semblable:

La perspective de l'entrée de la Grande-Bretagne dans le Marché commun pose une fois de plus la question de la place du Canada dans une économie mondiale qui est de plus en plus dominée par des groupes de pays réunis dans de vastes zones de libre-échange comprenant 100 millions de consommateurs et plus. Si le Canada veut que son industrie manufacturière demeure dynamique et connaisse une forte expansion, il a grand besoin des avantages provenant des économies d'échelle et de spécialisation de la production qu'assure l'accès à de tels marchés. Il nous semble que cela serait un facteur essentiel d'une stratégie industrielle pour le Canada, d'autant plus que le pays a besoin d'un grand nombre de nouveaux emplois et que son économie dépend fortement de l'exploitation des richesses naturelles.²⁷

Ces nouveaux impératifs vont imposer une transformation radicale de la mentalité de presque tous les milieux. Les chefs d'entreprise dans l'industrie manufacturière secondaire et dans les industries axées sur les ressources devront oublier les anciennes façons de progresser et compter pour grandir sur le processus fort délicat de l'innovation, qui équivaut en réalité à un perpétuel recommencement. La main-d'œuvre canadienne, qui a toujours été passablement mobile, devra s'adapter encore plus rapidement aux changements accélérés qui surviennent dans la technologie. Les étudiants, les universités, les scientifiques et les ingénieurs devront tous adopter de nouvelles motivations et accepter de participer plus activement encore que par le passé au progrès économique du pays.

Par-dessus tout, les autorités, plus particulièrement le gouvernement canadien, devront non seulement appuyer la nouvelle stratégie industrielle et technologique, mais aussi établir suffisamment à l'avance les programmes qui permettront d'accroître au maximum les avantages de l'innovation et d'en réduire les inconvénients au minimum. Ce qu'il nous faut à vrai dire, c'est une nouvelle politique nationale, une stratégie technologique qui combinerait la politique scientifique et la politique industrielle et donnerait lieu à une nouvelle synthèse innovatrice. Le gouvernement canadien, en collaboration avec les provinces bien entendu, doit non seulement améliorer considérablement le contexte général dans lequel s'effectue le financement du processus d'innovation, mais apporter à celui-ci une aide directe. Il doit

aussi servir de lien pour regrouper plus étroitement encore l'université, l'industrie et les différents secteurs de l'État. De forts intérêts le poussent à prendre l'initiative de cette entreprise d'envergure nationale: les rentrées fiscales qui sont en jeu.

La nouvelle stratégie favorisera l'unité et la prise de conscience des Canadiens. La politique nationale adoptée en 1879 tendait à diviser le pays parce qu'elle défavorisait les Canadiens qui s'occupaient d'exportation. La stratégie adoptée au début du siècle pour favoriser l'exportation des matières premières et des produits primaires tendait elle aussi à diviser le pays, car elle accentuait les difficultés des régions qui comptaient surtout sur l'industrie manufacturière secondaire et qui possédaient peu de ressources naturelles. Elle a de plus contribué à faire de l'économie canadienne l'imitation et le complément de celle des États-Unis.

Une nouvelle politique nationale fondée sur un rythme rapide d'innovation ne comporte aucun parti pris au préjudice d'une région quelconque, surtout si elle va de pair avec une politique réaliste d'expansion régionale. De plus, elle ne dépend plus exclusivement des besoins des pays étrangers. Elle devient principalement fonction de l'esprit d'innovation des Canadiens et des initiatives prises par le Canada entier pour appliquer sous une nouvelle forme le principe des «avantages relatifs» dans l'ensemble de l'économie internationale. Elle donnerait par conséquent aux Canadiens une magnifique occasion de déterminer eux-mêmes l'orientation à long terme de leur propre économie.

NOTES ET RENVOIS

1. Sir Alec Cairncross, «Government and Innovation», *op. cit.*, p. 502.
2. J. H. Hollomon et A. E. Harger, «America's Technological Dilemma», *Technology Review*, juillet 1971, pp. 31-40.
3. Donald A. Chisholm, «Thoughts on Innovation in Canada», *op. cit.*, p. 3.
4. OCDE, *Conditions du succès...*, *op. cit.*, p. 76.
5. Donald S. Connery, *The Scandinavians*, Simon and Schuster, 1966, p. 174.
6. *Ibid.*, p. 175.
7. Dennis Gabor, «Art and Leisure in the Age of Technology», extrait de *Social Context of Art*, édité par Jean Creedy, Tavistock Publications, Londres, 1970, p. 47.
8. *Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture*, rapport n° 12 du Conseil des sciences du Canada, Tableau 7, p. 32.
9. «Farm Faculties Second Class, Scientists Told», *The Globe and Mail*, 29 septembre 1971.
10. *Les deux épis...*, *op. cit.*, Tableaux 4 et 5, p. 31.
11. J. Harry G. Smith et Gilles Lessard, *La recherche forestière au Canada*, Étude de documentation pour le Conseil des sciences du Canada. Étude spéciale n° 14, mai 1971, p. 190.
12. *Ibid.*, p. 189.
13. Cité par Michel Cepede, «Élaborer une stratégie alimentaire mondiale pour la prochaine décennie», *Le Monde diplomatique*, juin 1970, p. 5.
14. Gary K. Gunstrom, «Sea Farming in the Maritimes», Sea Pool Fisheries Limited, Lac Charlotte, Nouvelle-Écosse, 4 août 1970, p. 4.

15. Comité spécial de la politique scientifique, *Délibérations*, n° 68, 19 juin 1969, p. 8113.
16. A. E. Douglas, mémoire présenté à la conférence de l'Association canadienne des physiciens, Waterloo, Ontario, 24-26 juin 1969, p. 8.
17. *Délibérations*, n° 5, 30 et 31 octobre 1968, p. 676.
18. *Délibérations*, n° 68, *op. cit.*, p. 8114.
19. *Ibid.*, pp. 8113-8114.
20. David C. McClelland, «The Role of Achievement Orientation in the Transfer of Technology», dans *Factors in the Transfer of Technology*, édité par W. H. Gruber et D. G. Marquis, the M.I.T. Press, 1969, pp. 75-76.
21. Donald A. Chisholm, «Thoughts on Innovation in Canada», *op. cit.*, pp. 5-6.
22. James R. Bright, «Evaluating signals of technological change», *Harvard Business Review*, janvier-février 1970, pp. 64 et 70.
23. «World Leadership and National Science Policy», *Minerva*, Vol. IX, n° 3, juillet 1971.
24. Donald A. Schon, «Comments on Section I; Innovation: The Development and Utilization of Technology», *Factors in the Transfer of Technology*, *op. cit.*, p. 86.
25. *Ibid.*, p. 25.
26. Derek J. de Solla Price, «The Structures of Publication in Science and Technology», dans *Factors in the Transfer of Technology*, *op. cit.*, p. 103.
27. Conseil économique du Canada, *Perspectives de rendement de l'économie*, octobre 1971, p. 63.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

Dans le présent volume, après avoir étudié les fondements et les structures d'une politique scientifique générale au Canada pour les années 1970, le Comité a concentré son attention sur la première génération d'une politique des sciences axée sur la recherche fondamentale et la R - D industrielle.

Nous avons également consacré plus d'attention à la planification et à l'étude du futur. C'est là que, à notre avis, la participation des citoyens est la plus importante. Si aujourd'hui la démocratie de participation devient un élément fondamental de notre vie nationale, demain il faudra qu'elle s'appuie sur des perspectives générales du futur et sur un certain engagement envers les plans d'avenir, c'est-à-dire qu'elle se transforme en une «démocratie d'anticipation». La façon dont les Canadiens et leurs institutions utiliseront la science et la technologie déterminera en grande partie la qualité de notre vie et les limites de nos aspirations. Face à ce besoin, nous proposons un Comité du futur qui servirait d'organisme d'alerte, de prévision, de méthodologie, de recherche et de consultation. Nous proposons également une commission du futur qui grouperait bon nombre d'institutions privées et publiques qu'on encouragerait à préparer et à partager leurs propres plans d'avenir.

Ces concepts s'appliquent aussi bien à l'effort canadien de R - D qui, selon nous, devrait faire l'objet de plans à moyen et à long termes. Il importe d'améliorer de manière sensible notre réseau national d'information scientifique et technologique. Notre pays et notre gouvernement ne pourront formuler une politique scientifique réaliste et cohérente sans faire un examen plus systématique de l'avenir et de la scène internationale.

En ce qui a trait aux dépenses totales de R - D, nous proposons d'atteindre en 1980 un objectif global de 2.5 pour cent du PNB. Ce montant comprendrait toute la gamme des travaux allant de la recherche fondamentale jusqu'à la mise en route d'innovations. Certains prétendront que le but est trop élevé; quelques-uns, qu'il l'est trop peu. D'autres iront jusqu'à dire que l'idée même de fixer un objectif ne vaut rien et qu'un budget national de la science, de la technologie et de l'innovation devrait être assujéti à une multitude de micro-décisions prises tous les jours par les gouvernements, les universités, les industries et d'autres organismes privés.

Après avoir étudié avec soin ce qui se passe dans d'autres pays, nous sommes convaincus que, sans un objectif global, il est à peu près impossible de fournir un effort national équilibré en recherche et développement ainsi que de formuler une politique scientifique générale qui serait cohérente; nous rejetons donc cette approche incontrôlée. En revanche, étant donné l'obligation qu'a le Canada de contribuer, grâce à la recherche de base, au fonds commun des connaissances scientifiques du monde et aussi l'intérêt qu'il a de prendre une part active à la course technologique internationale, nous croyons que l'objectif proposé est raisonnable. Évidemment, cela ne veut pas dire qu'il faille y tendre même au prix de l'inefficacité et du gaspillage: nous ne devons entreprendre et subventionner à même les fonds publics que des projets de valeur. Toutefois il serait inquiétant de constater que les Canadiens sont incapables d'en mettre un nombre suffisant sur pied avant l'année 1980. Si nous allions découvrir chez nous une telle impuissance, il serait grand temps de corriger sans retard la situation, car nous ne pourrions pas dès lors faire face à la concurrence internationale ni satisfaire à l'augmentation de nos besoins sociaux.

Le Comité compte qu'on acceptera les fins, les stratégies et les priorités assignées à la recherche fondamentale. Nous soumettons qu'en plus de fournir le montant requis pour maintenir notre capacité scientifique générale, nous devrions considérer l'effort que nous faisons dans ce secteur, au moins pour ce qui est des fonds publics qu'il comporte, comme une contribution internationale plus ou moins proportionnée à celle des autres pays hautement industrialisés. Nous proposons une stratégie qui ferait naître des foyers d'excellence au niveau post-doctoral et nous croyons que la recherche fondamentale libre doit rester complètement à l'abri des interventions extérieures lorsque des candidats ont atteint une qualité acceptée par leurs pairs et que leurs travaux cadrent avec certaines normes générales d'utilité sociale. Nous recommandons que le gouvernement crée une commission canadienne de la recherche comportant trois fondations qui auraient l'unique

responsabilité de subventionner la recherche fondamentale libre faite dans les universités et d'autres établissements assimilés en sciences de la nature, en sciences de la vie, en lettres et sciences humaines. Compte tenu des critères d'excellence, nous sommes d'avis qu'au cours des années 1970, il faudrait accorder une attention particulière aux lettres et sciences humaines et aux sciences de la vie.

Pour faire pendant au rôle joué par les universités et d'autres établissements assimilés de même que pour satisfaire aux besoins d'organismes d'État à vocation utilitaire, nous proposons que le gouvernement fonde une académie canadienne de recherche qui aurait pour fin principale de s'occuper de recherche fondamentale pratique. Cette académie serait formée de trois instituts, un pour les sciences de la nature, un pour les sciences de la vie et un pour les sciences sociales. Une partie considérable de leur activité porterait sur des recherches à forfait menées pour le compte de l'industrie ou d'organismes d'État; ils passeraient également aux universités des contrats pour l'exécution de certains travaux.

Cette intégration de la recherche fondamentale *intra-muros* améliorerait la qualité du travail, favoriserait les entreprises pluridisciplinaires et permettrait aux autres organismes d'État de concentrer leur activité de R-D sur les aspects plus pratiques de leur tâche. D'autre part, l'académie ne pourrait guère se transformer en tour d'ivoire; en effet, grâce à de fréquents échanges de personnel et à la méthode d'adjudication des contrats, elle serait forcée de maintenir des liens étroits avec les universités, l'industrie et les autres institutions publiques.

A nos yeux, la recherche fondamentale est une activité empreinte de noblesse et les spécialistes en sciences pures doivent travailler dans une ambiance de parfaite liberté. L'insistance que nous mettons sur les critères d'excellence réduira probablement le nombre des boursiers qui profiteront de l'aide de l'État, mais elle permettra d'augmenter les subventions accordées aux projets de qualité supérieure et de restreindre les moyens de surveillance.

Le Comité a consacré trois chapitres à la R-D industrielle qui mène à des innovations technologiques dans le secteur privé. Nous y avons constaté un vide considérable qui explique la raison pour laquelle l'industrie canadienne n'a jamais beaucoup innové. A notre avis, il faudrait nous garder de ressusciter l'ancienne politique de protection tarifaire élevée; de même la stratégie nationale adoptée au début du siècle présent, qui se fondait sur l'exploitation rapide des ressources naturelles et sur l'exportation des produits primaires, est de plus en plus malsaine dans le contexte présent et à venir de la production et de la demande mondiales. De plus,

bien que l'accroissement de l'investissement et de l'emploi que provoquerait l'expansion des industries de fabrication serait considérable, notre croissance économique à long terme ne peut reposer sur les services en tant que premiers moteurs.

Devant l'accélération de la course technologique internationale et l'émergence de nouvelles orientations du commerce mondial, notre Comité en est venu à la conclusion qu'au cours de la présente décennie la stratégie de croissance du Canada devra surtout s'appuyer sur un courant puissant et soutenu d'innovations technologiques que suscitera le secteur de fabrication secondaire. C'est un nouveau défi formidable que nous avons appelé l'opération Innovation. Elle ne réussira que si elle constitue un grand objectif national qui exigera la participation active de tous les Canadiens. Elle imposera des transformations profondes à notre vie, à nos conceptions et à nos attitudes traditionnelles.

Pour le moment, notre entreprise privée se prête plutôt mal aux innovations industrielles. S'il veut devenir plus productif, le secteur de fabrication secondaire devra subir une adaptation importante. La plupart des industries comptent un nombre trop considérable de petites entreprises qui n'ont pas rationalisé leurs opérations ni atteint une efficacité maximum. En conséquence, leur effort de R-D est d'ordinaire faible et improductif. Aux États-Unis en particulier, on a constaté que l'intensité de la recherche constitue une cause importante de l'accroissement des ventes et des profits. Au Canada, on dirait que l'industrie privée croit à une relation inverse de cette théorie et qu'elle attend l'accroissement des ventes et des profits pour accélérer ses travaux de R-D. Il faut rompre ce cercle vicieux.

La transformation profonde de l'industrie secondaire viserait en partie à créer une capacité d'innovation. Le fait qu'elle doit précéder l'opération Innovation proposée lui donne un caractère d'urgence. Toutefois, même s'il ne s'agit que d'une mesure préalable, elle exigera des études techniques difficiles, des plans détaillés et une étroite collaboration entre les entreprises des diverses industries ainsi qu'entre la main-d'œuvre, le patronat et les gouvernements si l'on veut réussir à mettre en œuvre un tel projet sans trop causer de bouleversements. En guise de préparation, le Comité propose de mettre sur pied un certain nombre de groupes de travail formés de représentants des employeurs et des employés de chaque industrie; le ministre de l'Industrie et du Commerce nommerait un président pour chaque équipe et fournirait un petit secrétariat. La tâche de ces groupes de travail constituerait avant tout une bonne préparation à la démocratie de participation: ce sont les gens du milieu qui connaissent à fond les difficultés propres

à leur industrie et non les gouvernements qui n'ont pas l'expérience spécifique voulue pour trouver les solutions pratiques qui prépareraient les plans détaillés de cette transformation.

A mesure que l'opération progresse et que l'industrie de fabrication secondaire augmente sa capacité d'innovation un nombre aussi grand que possible d'entreprises, notamment les industries d'exploitation et les industries de fabrication primaire, devront étudier leur rendement en matière d'innovation et de R - D et prendre les mesures pour l'améliorer, c'est-à-dire économiser les ressources, mieux utiliser les rebuts, trouver de nouveaux moyens de réduire les coûts, inventer d'autres usages à leurs produits et aller plus loin dans les processus de traitement des matières premières au Canada.

Nous ne réussirons à atteindre ces objectifs et à accroître la capacité d'innovation de l'économie canadienne que si nous pouvons compter sur de nouvelles méthodes plus agressives de la part du patronat, sur la collaboration active des syndicats et, sans doute, sur une attitude différente envers les relations ouvrières. Les universités devront examiner leur rôle de foyer d'enseignement et chercher, en collaboration avec le monde des affaires, à prédire le nombre et le genre de scientifiques et d'ingénieurs qualifiés dont l'industrie a besoin. Les capitalistes canadiens devront apprendre à courir des risques et à mieux connaître le processus de l'innovation. Ils auront à financer cette dernière. L'industrie devra trouver des directeurs de R - D plus nombreux et mieux qualifiés qui verront à préciser la stratégie d'innovation et à la faire appliquer dans leurs laboratoires.

Voilà toutes les conditions à réaliser pour que l'industrie privée du Canada puisse maintenir un courant élevé d'innovations réussies. Toutefois, il est évident qu'à lui seul le secteur industriel ne peut assurer à l'opération Innovation le succès qu'elle mérite. L'industrie doit pouvoir compter sur tous les échelons de gouvernement au Canada pour appuyer et compléter son effort.

Même si dans le prochain volume le Comité aura son mot à dire en ce qui a trait aux relations qui doivent exister entre les gouvernements fédéral et provinciaux touchant le domaine général de la politique scientifique, il ne croit pas que son mandat lui permette de conseiller les autorités provinciales. Il a constaté que le milieu créé par l'État central n'a pas favorisé comme il l'aurait pu l'innovation industrielle. Lorsque nous demandons à l'industrie d'adopter une attitude plus agressive, nous n'oublions pas que les grands secteurs de la politique fédérale exercent un effet indirect mais non moins important sur les centres d'innovation. Il arrive souvent que lorsqu'il s'agit du processus d'innovation industrielle on ne tienne pas suf-

fisamment compte des décisions touchant les échanges commerciaux et les tarifs, les impôts, les investissements, la propriété et la domination étrangères, la concurrence, les brevets, les commandes de l'État, les normes, les relations ouvrières et la main-d'œuvre, l'expansion régionale et la diminution de la pollution. Nous en arrivons à conclure que s'il conserve les méthodes actuelles, le gouvernement ne pourra mettre en œuvre une stratégie technologique cohérente ni atteindre l'objectif principal de la politique nationale.

Le Comité persiste à croire que les ministères et les organismes publics en cause doivent continuer à s'acquitter de leur mission principale. Cependant, à notre avis, au moment d'arrêter leurs programmes, les organismes devraient demander l'avis d'experts en politique scientifique et soumettre leurs constatations à un puissant comité interministériel avant d'en arriver à une décision définitive. Cette façon de procéder devrait améliorer l'ambiance d'innovation, assurés que nous sommes que les ministères et les organismes publics en cause n'iront pas s'imaginer qu'il s'agit là d'interventions incongrues.

L'aide immédiate que le gouvernement peut offrir sous la forme de services et d'incitations fiscales destinées à favoriser la R-D et l'innovation industrielles constitue un élément essentiel de la nouvelle stratégie.

Nous constatons qu'il y aurait de multiples et d'excellentes façons d'améliorer grandement notre réseau d'information scientifique actuel, de le mieux répartir et d'en faire un organe utile d'information et de prévision technologiques au service de l'industrie. Il faudrait encore mieux adapter aux besoins de l'industrie les programmes de bourses du deuxième et du troisième cycle. On devrait faciliter les échanges de spécialistes en R-D entre l'État et l'industrie et encourager de façon plus systématique l'esthétique industrielle.

On reconnaît généralement que dans les laboratoires de l'État, l'activité de la R-D industrielle est dotée trop abondamment, trop dispersée et souvent mal dirigée. Nous croyons que l'État devrait examiner de plus près et, chaque fois que cela est possible, donner à forfait aux universités ou à l'industrie les projets de R-D industrielle. Dans l'intervalle, le gouvernement devrait maintenir au niveau actuel les effectifs qui sont engagés dans la R-D industrielle *intra-muros*.

En particulier, nous proposons que les organismes d'État intéressés aux entreprises fondées sur les ressources renouvelables et aux industries primaires connexes telles que l'agriculture, les pêcheries et l'industrie forestière ne devraient pas s'attaquer à des programmes de R-D impliquant la fabrication de denrées à même des matières premières. Il faudrait intégrer en un

organisme unique répondant au ministère de l'Industrie et du Commerce et vivant de plus en plus de subventions et de contrats de l'industrie privée les laboratoires s'occupant de R - D pour le compte des industries secondaire et tertiaire, de l'industrie minière et des services publics. Nous voulons ainsi assurer que la R - D industrielle revient beaucoup plus à l'industrie qu'à l'État et que le reste de la R - D industrielle *intra-muros* faite par des organismes publics répondra avec plus d'exactitude aux besoins réels de l'industrie.

Pour ce qui est de l'aide financière, elle devrait être accessible sous diverses formes au cours de toutes les phases du processus d'innovation. Au fond, le gouvernement ne devrait pas hésiter à demander à certaines entreprises à rendement assez faible de trouver des façons d'améliorer leur situation, mais, pour le reste, il adopterait une attitude plutôt libre à l'intérieur de règles générales qui accorderaient une préséance absolue à l'industrie de fabrication secondaire et à un processus plus avancé de traitement des matières premières au Canada. Notre Comité en est venu à la conclusion qu'il faudrait intégrer toutes les subventions actuelles en un programme unique mais multiforme qui serait confié au ministère de l'Industrie et du Commerce. De plus, il faudrait créer un organisme spécial qui, grâce à des prêts, à des actions ordinaires et à des conseils, aiderait les petites et les moyennes entreprises à lancer des innovations technologiques.

Voilà, en résumé, le message et les propositions du présent volume. Nous comptons que les idées qu'il renferme vont ressortir d'une façon claire et éloquente: la nouvelle orientation de notre effort national en matière de recherche fondamentale, de R - D industrielle et d'innovation doit servir d'initiation à la démocratie de participation.

Nous voulons que les chercheurs en sciences pures demeurent libres. Nous espérons qu'ils accepteront leurs responsabilités sociales et que, grâce à un système d'appréciation par leurs pairs, ils appliqueront à leurs travaux les critères internationaux d'excellence, convaincus que leur principal défi consiste à élargir le fonds commun mondial de connaissances scientifiques.

Notre message à l'industrie est essentiellement le même: le monde des affaires a pour principale responsabilité d'élargir et d'exploiter le mieux possible la capacité d'innovation; comme pour la recherche fondamentale, on doit viser à l'excellence, mais ici on y parviendra grâce à une nouvelle production élevée qui permettra au Canada de se bien classer dans la course technologique internationale. Nous sommes convaincus que, dans les deux cas, personne, et l'État moins que les autres, ne pourra imposer l'excellence de l'extérieur. Ainsi, le défi que nous offrons aux collectivités scientifiques

et commerciales du Canada, c'est d'atteindre l'excellence grâce à leur propre initiative et au perfectionnement de tout leur potentiel créateur.

Cependant, de l'avis du Comité, le gouvernement canadien a un rôle complémentaire important à jouer: celui d'aider ces deux collectivités à parvenir à l'excellence. Il doit créer pour elles un meilleur climat public, leur fournir les services essentiels ainsi qu'un appui financier suffisant. A cette fin, il lui faudra se doter d'une grande politique scientifique cohérente, réviser ses stratégies et ses pratiques et procéder à une réforme administrative complète. Bien que nous ayons l'intention de traiter ce dernier point dans un autre volume, nous en avons assez dit dans celui-ci pour indiquer les dimensions du problème et la direction que prendra la solution.

Nous sommes persuadés que les correctifs que nous proposons serviront à long terme les meilleurs intérêts du pays. Il nous apparaît aussi qu'ils troubleront vraiment certains Canadiens sincères et qu'ils rencontreront une ferme résistance de la part d'institutions publiques qui ont su se rendre des plus utiles dans le passé. En les mettant de l'avant, toutefois, ce n'est pas le passé, si glorieux soit-il, que nous avons voulu protéger, mais bien l'avenir que nous avons cherché à préparer. Nous avons été grandement impressionnés par ce qu'écrit le professeur E. Miles, de l'Université de Princeton, au sujet des problèmes d'organisation que rencontre le gouvernement américain:

Malheureusement, les structures organisationnelles de l'État ont une tendance particulière à retarder. Elles ne rattrapent jamais les exigences de l'heure. Le rythme des mutations de notre société est allé toujours en grandissant, mais les formes d'organisation sont victimes de ce qu'on appelle parfois «la loi de l'administration publique de Gresham» qui veut que: «La pression du travail quotidien tende à refouler plus loin la planification à longue échéance.» En d'autres termes, «Ce qui est urgent prend souvent le pas sur ce qui est important.» La modification des systèmes et, à un moindre degré, l'amélioration des méthodes font partie des tâches qu'on peut remettre au lendemain, à la semaine ou à l'année suivante ou jusqu'au moment où l'organisation, face à ce qu'on en exige, est si mal en point qu'elle frôle l'état de crise. La plupart du temps c'est là qu'on procède à une réorganisation qui manque d'imagination et n'est pas assez profonde pour faire face aux problèmes de demain; à peine suffit-elle à répondre aux plus pressants besoins d'aujourd'hui. Il est rare qu'au sein d'un ministère ou d'un organisme fédéral on ait recours à une réorganisation importante qui cherche non pas simplement à alléger les peines d'hier et d'aujourd'hui, mais à résoudre les difficultés à venir. En conséquence, au moment où elle entre en vigueur pour de bon, elle est déjà dépassée.¹

Le Canada n'est pas le seul pays qui se prépare à réviser les objectifs, les stratégies et les applications de sa politique scientifique.

Aux États-Unis, le Président Nixon devrait annoncer bientôt une nouvelle orientation de la politique des sciences. Le 9 septembre 1971 il déclarait que son pays devrait «trouver les moyens d'assurer qu'en la présente décennie si lourde de défis la technologie prodigieuse qui a conduit ces Américains sur la lune pourrait également servir à atteindre nos objectifs ici sur terre.» Plus récemment, Peter G. Peterson, directeur général du Conseil présidentiel de la politique économique internationale, affirmait:

Nous devons affronter les réalités de la concurrence des marchés mondiaux. S'il tient à garder les marchés ouverts, à créer des emplois et à soutenir la croissance, le gouvernement devra encourager—d'une façon systématique et étagée—les industries et les produits dont nous sommes sûrs de tirer le meilleur rendement face à la concurrence internationale. La science et la technologie sont à proprement parler mobilisées en tant qu'éléments essentiels des nouvelles orientations économiques.²

C'est William T. Magruder, nommé conseiller spécial auprès du président, qui a été chargé de préparer la nouvelle politique. Dans une lettre qu'il adressait aux industries américaines, M. Magruder leur demandait leurs points de vue «sur les possibilités de la nouvelle technologie dans le secteur civil et sur la façon dont le gouvernement fédéral pourrait les augmenter. ... Il s'agirait de stimuler l'innovation dans le secteur civil de l'économie ayant en vue les problèmes fondamentaux de la nation et/ou les chances économiques.»³ Ce programme pourra comporter éventuellement jusqu'à 400 projets.⁴ On peut juger de son importance à la remarque que faisait un observateur ayant une longue expérience de la politique scientifique: «il semble aujourd'hui que Magruder sera à la technologie, sinon aussi à la science, ce que Henry A. Kissinger a été à la politique étrangère: le lien personnel le plus étroit entre le Président et la bureaucratie.»⁵

La France vise également à donner une priorité élevée aux incitations à l'innovation. Une Fondation nationale pour l'innovation cherchera à stimuler la recherche, à diffuser l'information et à organiser des conférences sur l'innovation; le ministre de la Recherche industrielle et scientifique, dès le début de 1971, adoptait diverses mesures destinées à encourager l'innovation et fondées surtout sur des dégrèvements fiscaux accordés aux entreprises.⁶ Parce qu'elle traîne de l'arrière dans la course internationale et qu'elle reconnaît les besoins du commerce international, la France s'efforce par tous les moyens de susciter l'innovation.

En Grande-Bretagne, le gouvernement tente d'améliorer l'efficacité de son système de R - D.⁷ Le Comité d'enquête sur la science et la technologie de

la Chambre des communes a étudié les meilleurs moyens d'encourager l'innovation dans l'industrie électronique anglaise et il a publié le premier volume de son rapport le 20 octobre 1971.⁸

Ces indications font voir que le Canada n'est pas le seul pays à remettre en question la première génération de sa politique scientifique. Nous sommes probablement plus avancés que d'autres pour ce qui est de l'établissement de nouveaux objectifs et de nouvelles stratégies. Toutefois, nous n'aurions pas raison de nous en tenir là. De fait, le Canada devra effectuer des transformations fondamentales plus nombreuses que d'autres pays s'il veut rattraper le retard qu'il a dans la course technologique. En outre, si la méthode que nous proposons est sans doute la seule réaliste, sa mise en œuvre exigera beaucoup de temps et il faudra attendre plusieurs années avant d'en constater les effets complets. Voilà pourquoi nous considérons la présente décennie comme une période de transition.

Cependant, le Canada est déjà arrivé au carrefour. Il doit agir maintenant; impossible de reporter à plus tard les décisions importantes. Nous pouvons choisir de maintenir notre attitude passive face aux tendances mondiales grandissantes, laisser se détériorer graduellement le secteur de fabrication secondaire de notre économie et compter principalement sur l'épuisement rapide de nos ressources et leur influence sur les services pour soutenir notre développement. A court terme, c'est la solution de facilité, même si les difficultés de croissance de nos industries manufacturières entraînent une réduction de l'emploi et du niveau de vie. Toutefois, à long terme, un tel choix nous conduirait presque fatalement à une impasse économique que seule l'annexion aux États-Unis pourrait retarder.

L'autre solution qui nous reste est de prendre en mains notre propre destinée, de nous lancer dans l'innovation pour consolider nos industries de fabrication, d'économiser et d'utiliser nos ressources de façon plus rationnelle au cours de la dernière partie du siècle, et de maintenir ainsi à l'avenir une économie mieux équilibrée, plus stable et moins dépendante. A court terme cette décision peut se révéler difficile à prendre parce qu'elle exigera un changement radical dans nos traditions et nos attitudes, une conversion industrielle profonde qui, pour un temps, aura de sérieux effets indirects ainsi qu'un rajustement profond de l'orientation et du rôle de nombreuses institutions publiques et privées. Néanmoins, à longue échéance, c'est la seule décision rationnelle que le Canada puisse prendre.

La question la plus critique reste de savoir si les Canadiens et leurs dirigeants veulent maintenant lancer avec succès cette nouvelle aventure collective. Sont-ils prêts à mettre de côté leurs droits acquis, leurs différences

ethniques et régionales, leurs idéologies favorites, leur état actuel d'abondance et de sécurité, à en arriver à un consensus pratique sur la tournure que prendra leur avenir et à supporter l'effort et les sacrifices nécessaires pour atteindre les objectifs de l'opération Innovation?

Le deuxième choix, beaucoup plus difficile, reste encore possible. Mais le temps passe. Il sera peut-être trop tard pour déclencher cette entreprise au cours des années 1980. A ce moment-là, si nous n'avons pas pris les décisions nationales importantes qui s'imposent maintenant, l'avenir du Canada aura très vraisemblablement pris une direction irréversible.

Dans un volume subséquent, nous nous proposons de traiter de la deuxième génération de notre politique scientifique. Elle englobera la R-D et les innovations sociales et elle aura pour but de permettre aux Canadiens d'améliorer leur régime de vie et de bien-être public. Aujourd'hui, nous ne consacrons qu'une part insignifiante de notre effort national de R-D aux améliorations sociales. Les objectifs que nous fixons à la recherche fondamentale et à l'innovation économique industrielle exigeront en l'an 1980 environ 70 pour cent du total proposé des dépenses en matière de R-D. Ces objectifs permettront donc vers la fin de la présente décennie de consacrer une partie importante des dépenses projetées au processus d'innovation sociale. A notre avis, dans ce secteur, nous devrions augmenter notre effort de façon substantielle parce que nous l'avons négligé dans le passé et parce qu'il existe un besoin urgent d'augmenter l'efficacité et la surveillance de nos divers régimes sociaux dont le coût monte sans cesse, en particulier les soins de santé, la lutte contre la pollution, l'éducation, la sécurité sociale, l'habitation et la vie urbaine, la lutte anticriminelle et la réadaptation des prisonniers.

Toutefois, le Comité tient à souligner que les deux générations de politique scientifique sont en grande mesure interdépendantes: plus précisément, le succès de la deuxième dépend en bonne partie de celui de la première. De fait, si nous ne maintenons pas une base solide en science fondamentale et si nous tardons à décider de produire un fort courant d'innovations industrielles en vue de soutenir notre croissance économique, il ne nous restera guère d'énergie ni de ressources pour augmenter notre capacité innovatrice dans le domaine social. Ce qui plus est, l'expérience que nous aurons acquise en nous efforçant de remédier aux faiblesses de la première génération de notre politique scientifique devrait servir à mettre la deuxième en marche. Au moins, nous ne devrions pas répéter les mêmes erreurs.

Lorsqu'il préparera ses propositions en matière de R-D et d'innovations sociales, le Comité analysera avec soin la façon dont le public et le milieu

gouvernemental auront accueilli les recommandations du deuxième volume de son rapport. Ce sera une autre occasion de s'adonner à la démocratie de participation.

NOTES ET RENVOIS

1. *Committee on Government Operations*, U.S. Congress, 28 janvier 1968.
2. *National Journal*, 23 octobre 1971, p. 2114.
3. W. T. Magruder, lettre au D^r Philip White, dans *Federal Science Trends*, Industrial Research Institute, New York, n° 58, octobre 1971.
4. Deborah Shapley, dans *Science*, Vol. 174, 22 octobre 1971, p. 386.
5. Dan Greenberg, *Science and Government Report*, Washington, 15 octobre 1971.
6. «France and Innovation», *Nature*, Vol. 234, 26 novembre 1971, p. 166.
7. A framework for Government Research and Development, HMSO, Londres, novembre 1971, Cmmd. 4814.
8. «The Prospects for the United Kingdom Computer Industry in the 1970s», 4^e Rapport du Comité d'enquête sur la science et la technologie, vol. 1, HMSO, Londres, octobre 1971.

