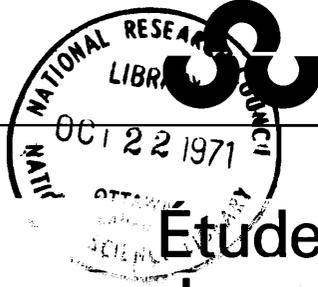


Ser  
Q1  
C212s1  
no. 18

212s1  
E 18



# Étude de documentation pour le Conseil des sciences du Canada

Août 1971  
Étude spéciale  
n° 18

Du formol  
au Fortran

La biologie  
au Canada

par P. A. Larkin  
et W. J. D. Stephen

ANALYZED

**Du formol  
au Fortran**

**Situation actuelle  
et perspectives  
de la biologie  
fondamentale  
au Canada**

© 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 S<sup>te</sup>-Catherine

Ottawa

171, rue Slater

Toronto

221, rue Yonge

Winnipeg

499, avenue Portage

Vancouver

657, rue Granville

ou chez votre libraire

Prix \$2.50

N° de catalogue SS21-1/18F

Prix sujet à changement sans avis  
préalable

Information Canada

Ottawa, 1971

Maquette par Gottschalk/Ash Ltd.

---

## Larkin, Peter Anthony

B. ès A. (Médaille d'or du Gouverneur général),  
M. ès A. (boursier Rhodes pour la Saskatchewan),  
Dr en Phil.

M. Larkin naquit en 1924 en Nouvelle-Zélande.

*Voici les postes qu'il a occupés:*

Biologiste en chef, pour la faune aquatique, Commission cynégétique de la C.-B., 1948-1955

Directeur de l'Institut des pêches, Université de la C.-B., 1955-1963

Directeur de la Station biologique de Nanaimo, C.-B., Office des recherches sur les pêcheries, 1963-1966

Professeur au Département de zoologie et de l'Institut d'écologie faunique, Univ. de la C.-B., depuis 1966.

Président du Comité de la faune aquatique et terrestre, Conseil des sciences du Canada. Co-auteur du présent rapport sur l'avenir de la biologie, 1970

*Publications*

Ses nombreuses publications portent surtout sur la limnologie, la biologie aquatique et la dynamique des populations.

*Autres attaches*

Membre de diverses associations scientifiques

Président de la Conférence sur les ressources renouvelables de la C.-B., 1954.

Président du Comité canadien pour les recherches sur la pêche en eau douce

Président du sous-comité du Premier ministre auprès du Comité canadien du Programme biologique international

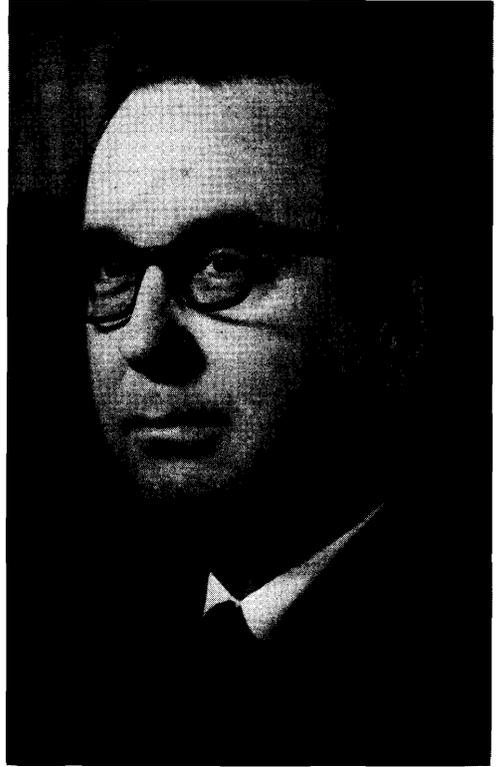
Deuxième vice-président de la Société canadienne des zoologistes

Membre de la Société royale du Canada, 1965

Boursier de la fondation Nuffield

Membre du Conseil de l'Université de la C.-B., depuis 1966

Administrateur honoraire de l'Aquarium public de Vancouver.



---

## Stephen, William John Douglas

B. ès Sc. agr., M. ès Sc. agr., Dr ès Sc.

M. Stephen naquit le 9 octobre 1930 à Sudbury, Ont.

*Voici les postes qu'il a occupés:*

Biologiste faunique au Ministère manitobain des mines et des ressources renouvelables, 1958-1959

Chercheur au Service canadien de la faune, 1959-1966

Conservateur des terres au Service canadien de la faune, 1966-1969

Conseiller scientifique au Conseil des sciences du Canada, 1969-1970

Directeur de recherches au Service canadien de la faune, Edmonton, depuis 1970.

*Bourses d'étude*

Bourse des *Toronto Hunters and Anglers*, 1957

Bourse de recherches de *Canadian Industries Limited*, 1957-1958

Bourse du *Wildlife Management Institute*, 1958

*Publications*

Auteur ou co-auteur de 17 publications scientifiques et techniques

*Autres attaches*

Association canadienne des biologistes halieuticiens et fauniens

Institut des agronomes de l'Alberta (Institut agricole du Canada).



## Avant-propos

Le Secrétariat des sciences fut le premier organisme à reconnaître la nécessité d'une étude sur la biologie fondamentale. Au mois de juillet 1967, il conclut un accord avec le Conseil de biologie du Canada et la Fédération canadienne des associations de biologistes pour que ce travail soit réalisé sous leur direction. L'étude fut entreprise par le regretté Dr Kenneth C. Fisher. Sous sa direction, le champ de l'étude s'étendit et devint: activités canadiennes visant à amasser des connaissances sur les processus biologiques de production d'aliments et de textiles, sur ceux qui déterminent la santé des Canadiens et servent à la régulation du milieu ambiant nécessaire à leur bien-être. Les travaux de base furent répartis entre 30 groupes de travail, dont la liste et les fonctions sont détaillées à l'annexe n° 3. C'est le Dr Fisher lui-même qui entreprit l'immense tâche d'effectuer une synthèse des résultats.

Lorsque le Conseil des sciences devint un organisme autonome, en novembre 1968, et qu'on fit une répartition des responsabilités entre le Secrétariat des sciences et le Conseil, c'est ce dernier qui fut chargé d'exécuter les dispositions du contrat conclu avec les deux associations nationales de biologistes, et, par leur entremise, avec le Dr Fisher.

Ce dernier avait terminé son rapport provisoire et s'était entendu avec le Conseil et les deux associations sur les modalités d'achèvement et de publication de ses travaux, lorsqu'il disparut.

Après une évaluation minutieuse de la situation, le comité approprié du Conseil des sciences, ayant consulté les deux associations, décida de leur remettre les rapports des 26 groupes de travail pour publication; les deux associations pourraient ainsi les distribuer à leurs membres, afin que tous puissent profiter de l'abondante documentation avant qu'elle ne soit dépassée.

À regret, l'on conclut que le rapport provisoire du Dr Fisher était si intime-

ment lié à sa personnalité qu'il n'était pas possible de le publier tel quel, ni de l'achever en conservant les buts que l'auteur s'était fixés et en faisant ressortir les aspects qu'il jugeait les plus importants. Cet ouvrage inachevé restera donc le témoignage d'un homme qui a tout donné pour l'avancement des sciences de la vie. Son manuscrit peut être consulté aux archives du Conseil des sciences; une copie reliée a été offerte à Mme Fisher.

Le Conseil des sciences décida alors de retourner à la conception initiale du travail et de présenter un rapport traitant surtout des biologistes œuvrant à l'intérieur des facultés des arts et sciences, c'est-à-dire ceux que l'on qualifie souvent de «biologistes non engagés» afin de les distinguer de leurs collègues qui travaillent dans les facultés ou les laboratoires des ministères de l'Agriculture, des Pêches et des Forêts, et dans des domaines connexes. Ce rapport avait donc un objectif très différent de celui du D<sup>r</sup> Fisher, et bien qu'au début on ait pensé que certaines des statistiques rassemblées par ce dernier pourraient accompagner ce rapport, on s'est rendu compte que cette utilisation n'était pas pratique. Heureusement, le Conseil put obtenir les services du D<sup>r</sup> Peter Larkin pour mener à bien ce nouveau travail. Le D<sup>r</sup> Stephen, qui avait été l'un des derniers conseillers scientifiques associés au D<sup>r</sup> Fisher, joignit ses efforts à ceux du D<sup>r</sup> Larkin.

Le présent rapport constitue le résultat de leurs travaux. Pour mener à bien leur entreprise, ils ont puisé dans les rapports des groupes de travail, élaborés sous la direction du D<sup>r</sup> Fisher, et dans le rapport provisoire de ce dernier; ils en témoignent dans leur introduction.

Nous espérons que ce rapport suscitera des discussions. Le cadre qu'il se trace sera probablement sujet à controverses. Le Conseil de biologie du Canada et la Fédération canadienne des associations de biologie avaient demandé au Conseil d'accorder autant d'attention aux scientifiques qui font de la recherche en biolo-

gie fondamentale dans les facultés et les laboratoires ministériels et industriels à vocation spécialisée, qu'aux autres biologistes. Le Conseil y songea sérieusement, mais il conclut que les rapports, publiés ou en préparation, sur l'agriculture, les pêches, la faune, la foresterie, les sciences de la mer et les sciences de la santé rendraient mieux justice à ces groupes très importants de scientifiques.

Comme pour tous les rapports d'Études spéciales publiés par le Conseil des sciences, les opinions des auteurs ne correspondent pas nécessairement à celles du Conseil, qui publie séparément ses points de vue et recommandations. Grâce à la publication de ce rapport, le Conseil espère faire mieux connaître le rôle des biologistes non engagés en décrivant les problèmes qu'ils affrontent, les défis qu'ils relèvent et leurs perspectives d'avenir. Il espère ainsi favoriser une meilleure coordination des sciences de la vie, grâce à une compréhension approfondie des disciplines qui les composent de la part du public et des spécialistes.

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

Janvier 1971

## Préface

Le présent rapport porte sur le groupe de biologistes canadiens que l'on pourrait appeler «biologistes de recherche pure». Ils ont le plus souvent l'université pour habitat, savoir: les départements de biologie, de botanique, de zoologie, de microbiologie, etc., ou encore les facultés des «arts et sciences». C'est là leur écotype, mais on les rencontre dans d'autres départements et facultés et dans les laboratoires de l'État.

La tournure que ces scientifiques donneront à la biologie déterminera de façon essentielle les applications de cette science à l'homme et à ses activités. La biologie de l'avenir terrifie les pessimistes, inspire les optimistes, stimule les pragmatistes et déconfit les cyniques. Après avoir conquis l'atome, l'homme sera bientôt maître de la vie et de ses nombreux mécanismes.

Les données actuelles montrent que l'homme de l'avenir devra avoir un bon estomac, le sens de l'humour et de vastes connaissances. Si malgré tout il manquait de dynamisme, deux autres facteurs le pousseraient à l'action: la perspective d'une explosion démographique et d'une aggravation de la pollution au cours des prochaines décennies.

Le Canada ne joue qu'un rôle effacé dans le monde de la recherche biologique. Si tous les travaux de recherche en biologie cessaient tout à coup au Canada, l'avenir de la science elle-même n'en serait guère affecté, mais l'avenir de notre pays serait gravement menacé. Il s'agit pour nous de savoir utiliser à bon escient la science universelle.

Pour faire face à ces besoins futurs, le Canada dispose de divers effectifs. Les spécialistes en biologie appliquée des laboratoires de l'État et des universités constituent un groupe vigoureux. Les possibilités sont plus limitées à l'université même. Les biologistes spécialisés dans les domaines traditionnels forment un ensemble impressionnant; les chercheurs qui œuvrent dans les domaines nouveaux sont plus rares.

Partout dans le domaine de la biologie au Canada, règne l'insuffisance: manque d'établissements de recherche bien outillés, manque de services satisfaisants de traduction et de documentation (bibliothèques), et manque de dynamisme au sein des revues scientifiques nationales. L'éclatement de la profession en une multiplicité de petits groupes constitue également une grave faiblesse. Il faut créer un sentiment d'appartenance nationale et établir les structures qui permettront à la biologie fondamentale de jouer un plus grand rôle à l'échelle nationale.

Le présent rapport s'efforce en premier lieu de préciser clairement le jugement qui vient d'être formulé pour que les divers secteurs et organismes, dont l'action collective donnera à la biologie une orientation nouvelle, puissent prendre leurs décisions de base en connaissance de cause.

Nous étudierons ensuite un certain nombre de particularités inhérentes à la structure administrative canadienne et nous proposerons diverses modifications. Le Conseil national de recherches fait l'objet de louanges...modérées. Le rapport s'étonne du petit rôle tenu par les biologistes au sein du CNRC, recommande que ce dernier poursuive son programme de recherches en faisant appel à ses propres services, et propose l'adoption de méthodes plus efficaces pour l'attribution des subventions. Le rapport insiste sur la nécessité d'aider aussi bien les chercheurs particulièrement méritants qui travaillent seuls, que les groupes de spécialistes qui veulent faire de la recherche en collaboration. Il est fait état de la confusion qui règne, à la base du système, dans l'octroi des diverses subventions accordées par les organismes d'État.

Pour que le programme d'ensemble à l'échelon national soit bien équilibré, pour qu'il ait une base plus solide qu'un réseau enchevêtré de subventions hétéroclites, il va falloir consacrer de fortes sommes à la recherche dite « stratégique » et donner aux institutions la

souplesse dont elles ont besoin pour s'attaquer aux problèmes d'ordre national. Les plus grands obstacles à l'efficacité seront sans doute les suivants: une délimitation trop rigide des fonctions, les réactions de défense des gens en place, et l'obéissance tatillonne aux chinoiseries administratives. C'est vers l'utilisation maximale de l'ensemble des biologistes que les efforts devraient porter. Il faudrait faire en sorte que les scientifiques puissent passer librement d'un secteur à l'autre, entre l'Administration, l'université et le secteur privé. Le rapport soutient fortement les comités consultatifs qui comprennent des membres recrutés à l'extérieur de la profession et il recommande qu'on crée de tels comités là où ils n'existent pas.

Nous n'avons pas découvert le secret de la perfection, ni appris à liquider des entreprises qui s'en sont par trop éloignées. Les Canadiens ne croient pas tous à la libre poursuite du savoir. La recherche va prendre de plus en plus une dimension internationale. Avec l'appui lucide des autorités, nous devrions y participer avec enthousiasme et l'espoir d'y apporter quelque chose d'original.

Il est souhaitable de créer des cours de biologie générale dans les universités pour assurer tout autant la formation de généralistes que celle de spécialistes. Les professeurs d'université doivent avoir de fréquentes occasions de se recycler. L'excédent actuel de biologistes n'est pas grave, mais il faudrait disposer de meilleures méthodes pour prévoir les besoins.

Le rapport conclut que la concurrence économique, la philanthropie ou des raisons évidentes de bien-être national nous pousseront à investir à l'avenir dans les sciences de la vie en général et plus particulièrement dans les sciences biologiques fondamentales.

La plupart des vues exprimées dans le présent rapport constituent la synthèse des diverses opinions recueillies par les auteurs. Au stade de la rédaction, le rapport lui-même a suscité nombre

d'observations dont nous avons tiré parti. Il n'en présente probablement pas moins bien des points faibles. Nous invitons ceux qui ne partagent pas les vues qu'on y exprime, dans leur totalité ou dans certains détails, à nous faire part de leurs observations: l'une des faiblesses du monde de la biologie au Canada est précisément l'absence de véritable débat public.

P.A. Larkin  
W.J.D. Stephen

## Table des matières

|   |           |
|---|-----------|
| Avant-propos  | 4         |
| Préface   | 6         |
| Introduction  | 10        |
| <b>L'avenir de la biologie</b>  | <b>13</b> |
| Perspectives lointaines   | 14        |
| Perspectives immédiates   | 17        |
| <b>La biologie au Canada</b>  | <b>21</b> |
| Vue d'ensemble  | 22        |
| La matière à l'étude  | 23        |
| L'arroi d'une science parvenue à maturité                             | 30        |
| Répartition sur le plan administratif                                 | 36        |
| Le Conseil national de recherches                                     | 37        |
| Fonctionnement du programme de subventions à la recherche du CNRC     | 40        |
| Autres sources de subventions   | 48        |
| Trois objectifs: équilibre, excellence, rôle international            | 53        |
| Formation des scientifiques, corps professoral, effectifs spécialisés | 58        |
| <b>Conclusions</b>  | <b>63</b> |
| Épilogue: le financement  | 69        |
| <b>Annexes</b>  | <b>71</b> |
| Publications du Conseil des sciences du Canada                        | 86        |

## Introduction

Le présent rapport traite de l'avenir d'un certain groupe de scientifiques, parmi ceux qui se livrent à la recherche dans le domaine des sciences biologiques au Canada. À certains égards, il s'agit d'un groupe dont les limites sont assez floues: nombre de chercheurs ne s'y rattachent que partiellement<sup>1</sup>. Il a pour noyau les chercheurs qui, en vertu de l'emploi qu'ils occupent, ne se trouvent pas engagés à effectuer certaines recherches pour leur organisme employeur. Ils peuvent choisir comme ils l'entendent leurs domaines de recherche, en fonction de leurs convictions, de leur curiosité ou de leur conscience. Ils peuvent s'attaquer à des problèmes pressants d'intérêt national; ils peuvent étudier un principe qui plus tard pourra mener à une foule d'applications; ils peuvent enfin se pencher sur des questions ne présentant apparemment aucun intérêt. L'essentiel, c'est qu'ils puissent choisir le champ de leurs recherches sans être astreints par leurs employeurs à travailler à la réalisation d'un ensemble donné d'objectifs pratiques.

Dans le cadre des universités canadiennes, ce groupe comprend un noyau principal constitué de quelque 500 biologistes employés par les facultés des sciences ou celles des arts et des sciences. Si l'on tient compte d'autres parties du secteur universitaire, le nombre de chercheurs augmente considérablement, comme le montre le grand nombre de demandes de subventions, plus de 100, présenté aux comités d'examen des demandes (section biologie) du Conseil national de recherches. Ces demandes émanent de professeurs des facultés d'agriculture, de foresterie, de médecine, d'autres encore, et de scientifiques des secteurs publics, fédéral et provincial, mais participant à des travaux universitaires. En gros, c'est là l'apport collectif des universités canadiennes à la «biologie fondamentale».

<sup>1</sup>Le mandat confié aux auteurs figure à l'Annexe n° 1.

Le présent rapport porte avant tout sur ces chercheurs et non sur ceux qui sont au service d'établissements à vocation thématique. Le personnel scientifique des organismes d'État qui œuvrent dans le domaine des ressources et de la santé ne fait donc pas l'objet de notre étude, mais il ne faudrait pas en conclure que les recherches scientifiques qu'il effectue n'ont pas la qualité ni le désintéressement voulus. De même, notre rapport n'étudie pas spécialement les programmes de recherche que l'on confie aux universités en vue d'une réalisation pratique justifiant l'octroi d'une subvention. D'autres études du Conseil des sciences ont déjà analysé en détail le travail des organismes d'État et des universités auxquels on a confié la réalisation de tels programmes thématiques. Les domaines qui ont été étudiés comprennent, entre autres, la santé, l'agriculture, la forêt, la pêche et la faune<sup>1</sup>.

Il importe de ne pas minimiser le rôle de ces derniers groupes. Dans une large mesure, les organismes dont il s'agit font de la recherche «fondamentale» ou «pure» au même titre que les autres. C'est à la collaboration étroite de tous les biologistes, indépendamment des engagements qu'ils ont vis-à-vis de leurs employeurs, qu'il faut attribuer ce qui s'est fait au Canada dans le domaine de la biologie. Et à l'avenir, la croissance de l'ensemble sera plus importante que celle des diverses parties.

Par certains côtés, les domaines d'activité que nous examinons sont hétérogènes. Pourtant, les hommes qui y participent ont en commun une même attitude. Ceux qui connaissent un tant soit peu le monde de la recherche savent que d'importantes découvertes surgissent des endroits les plus inattendus et que des connaissances scientifiques reléguées aux oubliettes prennent soudainement une importance extrême. On peut donc considérer que les investissements qui

se font à l'échelon national, peu importe où, dans la recherche non orientée en fonction d'objectifs administratifs précis, constituent un étalement des risques: en travaillant dans plusieurs domaines, on risque moins de voir un sujet tout à fait négligé prendre une importance soudaine. En favorisant la recherche libre du savoir, on crée une réserve de connaissances et d'opinions objectives.

Le présent rapport s'appuie sur trente études de groupes, rédigées par les chefs de file canadiens de diverses disciplines biologiques. Il fait également état des nombreuses observations formulées par les biologistes qui ont répondu à un questionnaire sur les problèmes de la biologie fondamentale au Canada. Les exposés et le questionnaire faisaient partie d'une étude entreprise conjointement par la Fédération canadienne des sociétés de biologie et par le Conseil de biologie du Canada, sous la direction du regretté Dr Kenneth C. Fisher. Voici en quels termes le Dr Fisher décrivait cette étude: «Un relevé des mesures prises au Canada pour accroître la connaissance des mécanismes biologiques de base qui rendent possible la production d'aliments et de textiles, le maintien de la santé des Canadiens et la régulation du milieu naturel indispensable à leur bien-être». Le présent rapport n'a pas la prétention d'étudier de façon aussi détaillée tous les aspects de la biologie au Canada, mais il ne s'en appuie pas moins sur les analyses faites par le Dr Fisher et par ses collègues. La liste des membres des groupes de travail figure à l'Annexe n° 3. Tout aussi nombreux sont ceux qui, tout en ayant fourni un apport extrêmement important, demeurent anonymes.

<sup>1</sup>L'Annexe n° 2 indique brièvement dans quelle mesure les autres rapports du Conseil des sciences ont traité des biologistes.

# L'avenir de la biologie

## Perspectives lointaines

Il existe un grand nombre d'ouvrages documentés et bien rédigés sur l'avenir de la biologie<sup>1</sup>, mais nombre de livres et d'articles à sensation n'ont d'autre but que de semer l'émoi parmi les profanes. Il y a trente ans, les revues scientifiques de vulgarisation y allaient de leurs prédictions au sujet des voyages spatiaux, de l'énergie nucléaire et des miracles de la physique et de la chimie. Tous ces sujets font partie de la vie d'aujourd'hui. Rares sont les simples citoyens qui songeraient à mettre en doute les déclarations d'un physicien ou d'un chimiste annonçant une découverte quelconque, ou qui simplement s'en étonneraient. Les romans d'anticipation dont l'intrigue relève des sciences exactes ne suscitent plus guère d'intérêt. Aujourd'hui, les auteurs de science-fiction et les vulgarisateurs scientifiques s'intéressent surtout à la biologie. *Brave New World* (Le meilleur des mondes), d'Aldous Huxley, a remplacé *The Shape of Things to Come* (Scènes de la vie future) de H.G. Wells. *The Universe Around You*, de sir James Jeans, a cédé la place à l'œuvre de Desmond Morris, *Le Singe Nu*. On ferait erreur en ne voyant là qu'un caprice de la littérature, car c'est bien l'une des meilleures preuves que la biologie, comme science, s'est imposée partout et a frappé l'imagination de l'homme.

Il est facile de comprendre pourquoi la biologie a été assez lente à prendre son essor. Le monde vivant comprend un nombre immense de variétés de plantes et d'animaux. Une science doit d'abord recueillir les faits isolés avant

de passer au stade de la généralisation. Dans le cas de la biologie, cette collecte des faits a constitué une tâche énorme qui n'est pas encore terminée. La classification périodique des éléments, si l'on veut faire cette comparaison, est beaucoup plus simple que le classement taxonomique de la moindre famille végétale ou animale. En conséquence, de nombreux biologistes doivent encore s'employer à terminer la collecte des faits biologiques et à les classer, travail que Linné a entrepris il y a plus de deux siècles.

Tout comme les astronomes ont pu dépasser le stade de la simple cartographie céleste, les biologistes ont pu se consacrer à des tâches plus complexes quand la théorie de l'évolution leur a donné une explication générale de la diversité du règne vivant. La seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle a vu la confirmation du principe de l'évolution non seulement par la diversité des êtres vivants, mais aussi par leur comportement. Une multitude de sous-disciplines biologiques, utilisant une foule de techniques et d'instruments nouveaux, ont alors vu le jour, montrant par là l'étendue et la complexité du rôle que pouvait jouer la biologie.

Les progrès constants de l'étude des êtres vivants, et plus particulièrement de la physiologie et de la biochimie, ont permis d'améliorer de façon extraordinaire les techniques de la médecine, de l'art vétérinaire et de l'agronomie. Les fonctions des organismes végétaux et animaux sont extrêmement complexes et demeurent dans une grande mesure inconnues: pourtant, nous disposons déjà de moyens énormes pour préserver et améliorer la vie à tous les niveaux dans la nature. Nous connaissons assez bien les mécanismes de la croissance et du développement pour accélérer ou retarder à volonté nombre de processus vitaux, de façon à imposer aux animaux et aux plantes, dans certaines limites bien entendu, les caractéristiques que nous jugeons souhaitables. Le cycle vital de nombreux organismes patho-

<sup>1</sup>En voici une liste fort incomplète: René Dubos, *So Human an Animal*; Isaac Asimov, *An Intelligent Man's Guide to the Biological Sciences*; Isaac Asimov *Fact and Fancy*; Gordon Rattray Taylor, *The Biological Time Bomb*; Nigel Calder (dir. de publ.) *The World in 1984*, Vol. 1 et 2, Theodosius Dobzhansky, *Mankind Evolving*; Arthur C. Clarke, *Profiles of the Future*. La publication intitulée *Biology and the Future of Man*, de l'Académie des sciences des États-Unis, préparée par P. Hanler, expose de façon très systématique et très complète les données les plus récentes sur le sujet.

gènes a été élucidé, ce qui augmente la possibilité d'en enrayer l'action. Les méthodes modernes de culture et d'élevage se basent sur notre connaissance des mécanismes physiologiques et biochimiques chez les plantes et les animaux. Il faut remarquer les nombreux cas où la science moderne a suivi les mêmes cheminements que la sélection naturelle. Parce que les oiseaux avaient réussi à voler, l'homme a cherché à les imiter. En fin de compte, on a constaté que l'homme et l'oiseau utilisaient les mêmes principes. Les organismes sont presque invariablement conçus selon le principe de la plus grande économie et son utilisation force les plantes et les animaux à recourir à des techniques dont l'homme cherche à copier l'ingéniosité<sup>1</sup>. Parmi les possibilités que la nature nous suggère, l'une des plus nouvelles et des plus extraordinaires pourrait être l'utilisation de la structure macromoléculaire par l'homme et non pas seulement par la nature, comme le mécanisme par excellence de stockage de l'information. Si le cerveau utilise des molécules d'acides nucléiques pour la mémorisation, si le plan de développement d'un homme est contenu dans un seul spermatozoïde et un seul ovule, pourquoi ne pas utiliser un mécanisme semblable dans nos bibliothèques? Imaginons que tous les volumes du Hansard publiés depuis la Confédération soient réduits à la dimension d'une cellule!

D'année en année, notre étude du monde vivant nous apporte de nouvelles façons d'en diriger les processus à notre avantage. C'est pour nous une source nouvelle et constante d'inspiration qui nous permet d'utiliser efficacement toutes les données de l'évolution<sup>2</sup>. Les rapports

<sup>1</sup>L'art d'utiliser notre connaissance des systèmes vivants pour la résolution de problèmes techniques porte le nom de «bionique». Voir l'ouvrage de Lucien Gérardin, *La bionique*, et celui de Robert Rosen, *Optimality Principles in Biology*.

<sup>2</sup>L'observation des plantes et des animaux considérés comme des mécanismes organiques est en train d'engendrer rapidement une «biotechnique», dans le cadre de laquelle les «biotechnologues» créeront certainement nombre de disciplines spécialisées.

présentés par les groupes de travail qui ont examiné le domaine de la biologie fondamentale témoignent de la variété et de l'intérêt des études biologiques. La bibliographie de la biologie moderne montre que le champ de la recherche et des possibilités d'application des découvertes est immense. En biologie, on n'a pas à chercher le travail à faire, mais plutôt la façon de s'attaquer à la foule de tâches et de problèmes qui se présentent en même temps.

Deux grands problèmes de la biologie canalisent la réflexion intellectuelle: le mécanisme de l'évolution génétique et de la différenciation morphologique. La question qui se pose dans le cas de l'évolution est celle-ci «Quelles sont les forces agissantes?» De temps immémorial, on sait que l'homme peut sélectionner des variétés particulières de plantes et d'animaux. Luther Burbank a eu de nombreux prédécesseurs. Les chroniqueurs des plus anciennes dynasties pharaoniques relatent qu'on connaissait déjà l'art de sélectionner des lignées d'êtres humains possédant des caractéristiques définies. Il s'agissait-là cependant de techniques primitives dont on expliquait les réussites et les échecs par le jeu de forces surnaturelles. La question méritait d'être approfondie et, au début du siècle, les chercheurs étudièrent à fond les mécanismes de la transmission des caractères génétiques. En moins d'une génération, on s'est rendu compte que le monde vivant (l'homme compris) est le produit à la fois du hasard et d'un choix, et que nous devrions utiliser la possibilité du choix au lieu de laisser agir le hasard. Assez rapidement, on a élucidé les mécanismes biochimiques de l'hérédité. La prochaine étape pourrait être la création de la vie, la maîtrise de l'évolution. L'homme pourrait alors rêver de mondes parfaits modelés selon ses désirs! À un moment historique, le premier gène sera fabriqué! Les visionnaires de l'eugénisme travaillent ferme, à en juger par les romans d'anticipation! Les Cassandres sont également très actives, et cela sans doute

pour des raisons valables, car si après avoir conquis l'atome, nous parvenons à la maîtrise de la vie, nous pourrions soit bâtir la République platonicienne, soit détruire notre race.

L'autre question d'ordre philosophique qui peut avoir une influence presque aussi décisive que la première sur l'orientation de la biologie est la suivante: «Quel est le mode de différenciation morphologique des êtres vivants?» À tous les niveaux de complexité, la jonction des efforts est source de vitalité. Au stade de la molécule, il n'y a reproduction que grâce à l'action conjuguée des acides nucléiques et des protéines.

Ce sont les interactions d'un groupe de molécules complexes et d'organites cytoplasmiques qui déterminent l'équilibre cellulaire. Les organismes multicellulaires constituent des «coopératives» plus ou moins complexes et supposent la communication et l'interdépendance entre les cellules. Les diverses populations de végétaux et d'animaux utilisent des mécanismes de survie collective qui varient considérablement. Certaines espèces s'associent avec d'autres dans des écosystèmes, groupes bien organisés qui se retrouvent sous des formes parallèles dans diverses parties du monde. La question fondamentale qu'on se pose est la suivante: «Quel est le principe qui assure le succès d'une organisation donnée?»

Les progrès effectués depuis vingt-cinq ans ont été spectaculaires et découlent principalement du perfectionnement des techniques, telles que la chimie radioactive, la chromatographie et la microscopie électronique. Ces moyens ont permis l'exploration du monde intracellulaire. Ils ont révélé un microcosme aussi complexe que le monde des organismes supérieurs ou des écosystèmes. On commence à connaître divers modes d'organisation à tous les niveaux de la biologie: molécule, cellule, organisme, population et écosystème.

L'utilisation de l'informatique révolutionnera l'analyse des propriétés de ces systèmes complexes d'une façon aussi

radicale que l'invention du microscope a transformé la biologie. Les problèmes de l'analyse mathématique ne mettent plus obstacle à la compréhension des phénomènes<sup>1</sup>. La fameuse «équation» de Rachevski, qui prétend expliquer toute l'évolution organique, pourrait être résolue à l'aide d'un ordinateur suffisamment puissant. Maintenant qu'ils disposent de ces moyens techniques, nombre de biologistes se perfectionnent en mathématiques et se servent de cette discipline pour l'analyse des rétroactions positives et négatives si fréquentes dans le monde biologique. Ils manifestent à cet égard le même enthousiasme que les sociologues, l'évolution sociale menant à la création de «systèmes» ressemblant étrangement aux «systèmes» biologiques. Biologistes et sociologues ont un point de rencontre commun, l'homme. Voilà pourquoi «écologie» est devenu du jour au lendemain un terme courant dans le langage de ceux qui cherchent l'explication de systèmes biologiques ou sociaux particulièrement complexes.

Jusqu'à présent, les nouvelles sciences qui traitent de l'organisation biologique promettent beaucoup plus qu'elles ne donnent effectivement. Même si on laissait aux écologistes le soin de diriger la marche du monde naturel ou de la société humaine, les meilleurs d'entre eux jetteraient bien peu de lumière sur les secrets des systèmes naturels. Il en serait de même de «l'analyse des systèmes» appliquée à l'étude des organes du corps humain, le cerveau par exemple. Nous ne faisons qu'entrevoir les principes du remarquable fonctionnement du système nerveux. On commence à utiliser la théorie des systèmes pour la résolution des problèmes que posent la régulation biochimique, le métabo-

<sup>1</sup>L'étude mathématique précise des phénomènes biologiques a longtemps buté contre un obstacle infranchissable. Il fallait opter soit pour une simplification excessive des faits de façon à obtenir des équations résolubles, ou pour une présentation plus fidèle des faits et aboutir à l'insolubilité.

lisme cellulaire, la synthèse des enzymes et le comportement des organismes simples: les plus grands espoirs sont permis. Jusqu'à présent, rares sont les cas où ces techniques nouvelles ont permis de percer la complexité d'un système. Toutefois, un monde de connaissances semble s'ouvrir à nous à mesure que se perfectionnent les techniques de simulation par ordinateur et les techniques d'expérimentation analytique.

Quand la biologie aura ajouté ces techniques nouvelles aux connaissances qu'elle peut déjà utiliser, l'homme pourra, semble-t-il, transformer à son gré le monde vivant tout entier. La possibilité qui s'offre à l'homme de créer la vie et de la modifier n'a rien d'illusoire. Elle ne sera réalisée que graduellement à cause de la complexité du monde vivant, de l'insuffisance des connaissances et de leur peu de coordination, à cause des problèmes posés par l'homme lui-même. Les possibilités sont toutefois évidentes. Il ne faut donc pas s'étonner si, d'une part, on signale constamment de nouvelles possibilités d'action et, de l'autre, on ne cesse de demander le freinage de l'activité scientifique pour que l'humanité puisse s'habituer à ses nouvelles responsabilités.

## Perspectives immédiates

Dans un avenir proche, il faudra s'attaquer à certains problèmes mondiaux urgents qui relèvent en grande partie de la biologie et qui modifieront certainement l'orientation de la recherche. La marée démographique monte progressivement. Le jour est encore loin où nous partagerons en famille la dernière poignée de farine, mais d'ici quelques décennies, pour ne pas manquer de nourriture ou de toute autre denrée essentielle, il faudra limiter considérablement la population de façon à ne pas dépasser une certaine densité. Il est évident aussi que la contamination générale par les effluents industriels et urbains va élever le problème de

l'élimination des déchets et ordures<sup>1</sup> au niveau du Globe.

Les difficultés auxquelles nous aurons à faire face se multiplieront peut-être à cause de techniques rapidement mises au point pour l'augmentation de la production agricole, sans tenir compte des graves problèmes de pollution et de leurs effets biologiques néfastes. Il faudrait, bien entendu, récompenser largement celui qui fabriquera l'engrais, l'insecticide, le fongicide ou tout autre produit chimique agricole permettant d'accroître la production sans polluer le milieu naturel et sans produire de désastreux effets secondaires.

Les problèmes que posent la production alimentaire, l'accroissement démographique et la pollution ont rapidement pris de l'ampleur au cours des dernières années. Le Programme biologique international, dont l'un des objectifs était d'assurer la nourriture du «cinquième milliard» d'humains, a été conçu avec une grande clairvoyance. Pourtant, les auteurs du projet ont été eux-mêmes fort surpris de l'augmentation extraordinaire de la population mondiale depuis dix ans. Le programme «L'homme et la biosphère» de l'UNESCO, qui a bénéficié d'une grande publicité dans le monde, témoigne de la préoccupation générale au sujet de l'environnement humain. On peut, sans risquer d'erreur, considérer qu'une grande partie de la recherche biologique qui se fera pendant les deux prochaines décennies s'attachera à résoudre ces problèmes sociaux.

Ces recherches sont moins spectaculaires et ne jouissent pas du prestige de celles qui visent à déchiffrer l'origine de la vie et la différenciation morphologique. Elles n'en n'offrent pas moins un grand intérêt et exigent de plus une grande perfection technique, élément indispensable quand on veut cerner un problème précis et y apporter une solu-

<sup>1</sup>On compare parfois la Terre à un astronef disposant de mécanismes autorégénérateurs pour entretenir la vie. Métaphore mise à part, il est évident que les problèmes se multiplieront au fur et à mesure qu'augmentera la population.

tion. Une bonne partie du travail à faire dans ce domaine est de conception classique et comporte par exemple des travaux aussi fondamentaux que l'étude de la morphologie et l'histoire naturelle des parasites d'importance économique. Pour répondre à l'urgence du problème, tout ce travail doit être effectué le plus rapidement possible.

À cet égard, il se peut que la botanique ait à jouer un rôle considérablement plus important que par le passé. La production mondiale d'aliments d'origine végétale est probablement dix fois plus élevée que la production d'aliments d'origine animale. Le grand nombre d'aliments végétaux «enrichis» en fait une source alimentaire plus importante que les produits animaux. Il faudra que l'humanité entière, et non pas seulement les pays à grande densité démographique, consomme davantage de produits agricoles et moins de produits d'origine animale. L'étude des principes de la génétique, de la physiologie, de la pathologie et de la biochimie végétales acquiert de la sorte une importance pratique à longue échéance. La conception anthropomorphique que nous avons des animaux nous porte tout naturellement à les étudier, mais des considérations d'ordre pratique nous pousseront peut-être davantage vers l'étude des plantes.

Pour atteindre à la plus grande efficacité possible, une grande partie de ces recherches devrait s'effectuer dans les pays sous-développés et surpeuplés des régions tropicales. La maximisation du rendement agricole et sylvicole dans les régions tropicales ne peut se faire par la simple transposition des méthodes de culture et des techniques d'exploitation forestière des zones tempérées. Pour une multitude de raisons, les milieux tropicaux posent des problèmes écologiques bien distincts.

Les recherches sur les animaux se rattacheront d'une certaine manière aux problèmes de productivité «secondaire» et «tertiaire» qui préoccupent déjà nombre d'écologues. Il semble que les

techniques prédatrices de pêche seront progressivement remplacées par une «aquiculture» intensive, tout comme les grands élevages avicoles et les prés d'embouche remplacent les poulaillers et les grands pâturages. Pour progresser en ce sens, il faudra effectuer d'importantes recherches dans les domaines de la médecine vétérinaire, de la parasitologie, de la physiologie, du comportement, de la nutrition, et de la génétique des animaux de boucherie.

Le but de nombre de nos recherches sur les animaux vise à améliorer notre connaissance de l'homme. Il n'est pas rare de voir plusieurs équipes se consacrer à l'examen de phénomènes très semblables, les unes pour découvrir de nouvelles données de biologie animale, les autres pour accroître notre somme de connaissances en biologie humaine. Comme ces travaux se complètent souvent, l'avenir de la recherche en médecine humaine et celui de la recherche en biologie coïncident sur bien des points: on ne saurait parler de l'avenir de la biologie sans cerner le rôle important que cette science est appelée à jouer dans l'avenir de la médecine.

Les deux principales préoccupations de la recherche médicale portent présentement sur le cancer et sur les affections cardiovasculaires. Plus on avance dans cette recherche, plus on se pose de questions fondamentales sur la nature même du phénomène vital. Ces deux maladies semblent avoir une multitude de causes et toucher de préférence l'adulte et le vieillard. Il est probable que les découvertes qui jetteront le plus de lumière sur ces processus viendront tout autant de biologistes étrangers au monde médical que de biologistes médicaux. On peut s'attendre à de très grands progrès d'ici quelques décennies, grâce à la participation de ces deux groupes de chercheurs.

Les recherches mentionnées ci-dessus et celles qui portent sur nombre d'autres maladies auront pour résultat d'allonger encore l'espérance de vie de l'homme moyen. Cette amélioration, désirable

individuellement, compliquera le problème de la surpopulation<sup>1</sup>. Il faudra intensifier les recherches pour améliorer la qualité de l'existence des vieillards épargnés par la maladie. De même, la survie et la présence, dans le groupe procréateur, d'un nombre croissant d'êtres génétiquement tarés inspirera probablement l'élaboration de techniques de correction génétique qui élimineront la nécessité d'interventions médicales ou chirurgicales après la naissance. Dans tous ces domaines, la biologie et la médecine trouvent de nombreux terrains d'action commune.

Dans un avenir assez rapproché, notre connaissance des maladies mentales va probablement progresser de façon appréciable, peut-être même parce qu'elles vont devenir plus fréquentes à cause des tensions grandissantes qui découleront de l'augmentation de la densité démographique et de la multiplication des contacts. Là encore, les recherches sur le comportement des animaux peuvent nous fournir des données d'une importance capitale sur le processus des maladies mentales et sur la psychologie individuelle et collective. L'utilisation de produits psychodysléptiques, que ce soit ou non sous la surveillance de médecins, va faire entrer l'homme dans une ère de manipulation psychologique du genre de celle qu'Huxley nous présente dans son *Île*.

Que ce soit à court terme ou à longue échéance, les découvertes biologiques auront une profonde influence sur la société; parallèlement, la société future

suscitera certainement nombre de problèmes de nature biologique. Dans les années à venir l'État aura de plus en plus besoin des services des biologistes.

La biologie peut offrir un intérêt croissant pour la société de l'avenir. Fred Hoyle, l'astronome bien connu, prétend que la biologie pose tant de problèmes qu'elle peut satisfaire aussi bien la curiosité intellectuelle des profanes que celle des spécialistes. La variété est de règle dans le monde biologique. On ne peut jamais dire des plantes et des animaux: «Quand on en a vu un, on les a tous vus!» C'est l'une des meilleures raisons qui nous poussent à transmettre aux générations à venir un monde aussi riche en organismes vivants que celui dont nous avons hérité. Tout indique que l'étude de la biologie, sous une forme quelconque, continuera pendant des siècles encore à être une source extraordinaire de satisfaction pour une foule d'humains. L'étude et l'amour de la Nature pourraient aussi devenir un élément important de notre culture. Certains estiment que de ce changement d'attitude dépend notre survivance.

<sup>1</sup>L'influence d'une plus grande longévité moyenne sur la surpopulation est complexe et généralement mal comprise. La campagne en faveur d'un «accroissement démographique nul», axée sur un maximum de deux enfants par famille, ne saurait conduire au résultat escompté, compte tenu de l'accroissement de la longévité. Supposons que chaque couple, à 25 ans, ait déjà deux enfants. Si tous ces êtres vivent jusqu'à 100 ans au lieu de 50, il y aura en fin de compte, deux fois plus d'hommes sur la Terre. Chaque augmentation de 25 ans de longévité ajoute une génération vivante. La limite de deux enfants par famille n'assurera la stabilisation de la population que si la longévité moyenne n'augmente pas.

# La biologie au Canada

## Vue d'ensemble

L'apport du Canada dans le domaine de la biologie est de niveau honorable sur le plan international. Nos scientifiques sont acceptés d'emblée par leurs collègues des autres pays; certains de leurs travaux, en sciences appliquées surtout, ont été et demeurent remarquables. Dans une perspective plus large, on peut dire que l'apport du Canada à cette science, bien que quantitativement faible, est de haute qualité.

Sous quelque angle qu'on les considère, les moyens dont les biologistes canadiens (comme d'ailleurs les scientifiques des autres disciplines) disposent sont si faibles par rapport à ceux dont disposent leurs confrères à l'étranger, qu'il leur faut presque toujours se contenter de suivre les initiateurs. Ils élaborent à peu près 3 p. 100<sup>1</sup> des publications scientifiques touchant les sciences biologiques: le plus souvent cette contribution est indiscutablement de haute qualité, mais elle n'en reste pas moins enfouie sous la masse énorme des travaux étrangers. Avec une population dix fois plus considérable, et un budget national de R & D proportionnellement plus élevé, les États-Unis publient bien au delà du décuple des publications de biologie que le Canada élabore. En dépit d'un certain retard au départ, l'URSS poursuit des travaux de recherche, du moins dans le domaine de la biologie appliquée, à un rythme qui se rapproche de celui des États-Unis<sup>2</sup>. L'Europe occidentale, berceau de la science, continue de produire énormément.

C'est probablement à cause du faible nombre de travaux scientifiques que les

biologistes canadiens n'ont pas particulièrement brillé en matière de recherche. Le Canada n'a pas le monopole du talent et les laboratoires modernes qui auraient pu nous permettre de mener à bien certaines recherches étaient ailleurs. Les chercheurs particulièrement compétents, poussés par leur désir d'aller toujours de l'avant dans leurs travaux, partent pour l'étranger. Ceux qui viennent au Canada n'ont pas en général autant de valeur et les moyens qui sont mis à leur disposition leur suffisent.

Au Canada, la croissance de la biologie pure a été retardée parce que la mise en valeur de notre vaste pays a nécessité un morcellement de l'effort scientifique. Plus encore que les physiciens et les chimistes, les biologistes universitaires ont dû s'occuper de la formation professionnelle de divers spécialistes (médecine, sciences infirmières, agriculture, foresterie, pêches) et donner une formation scientifique générale aux étudiants en humanités. Avant 1950, il n'y avait que les universités McGill et de Toronto qui donnaient un enseignement en biologie dépassant le niveau du cours de 1<sup>er</sup> cycle non spécialisé. De plus, nombre de biologistes canadiens devaient se consacrer à des travaux de biologie (taxonomie, morphologie, histoire naturelle, biogéographie, etc.), pour lesquels l'Europe disposait d'un siècle d'expérience pratique, de collections de musée et d'installations. En résumé, jusqu'à tout récemment, la plupart des activités des biologistes canadiens se sont limitées aux travaux courants nécessaires au développement de notre pays.

Ce que les biologistes de l'État et ceux des universités ont produit de nouveau et d'original s'est donc situé dans le domaine de la science appliquée (particulièrement en médecine, agriculture, pêches). Jusqu'à ces derniers temps, une bonne partie de nos travaux de biologie fondamentale étaient appréciés à l'étranger plus par les biologistes classiques que par les autres. Avant 1950, les chercheurs canadiens n'ont que rarement influencé les progrès

<sup>1</sup>Selon M. J. Lukasiewicz (Science Forum, février 1970), le Canada génère à peu près 1 p. 100 des publications scientifiques dans le monde, apport inférieur à ce que le PNB laisse prévoir. Dans son étude, le D<sup>r</sup> K. Fisher estime que cette proportion est de 3 p. 100.

<sup>2</sup>Le D<sup>r</sup> W.E. Ricker de l'Office des recherches sur les pêcheries a déclaré que les travaux soviétiques portant sur l'ichtyobiologie étaient aussi nombreux que ceux des États-Unis et d'une aussi bonne qualité que ceux du Canada. Il n'a pas précisé davantage le sens de cette affirmation.

de la génétique, de la physiologie, de la biochimie, et de la médecine. Il en est de même dans à peu près tous les domaines d'avant-garde et toutes les recherches théoriques en biologie. Le Canada a obtenu à bien bon compte, du reste du monde, les connaissances qui ont servi à sa propre mise en valeur!

À partir de 1950, l'orientation de la biologie canadienne a graduellement changé. Les biologistes qui excellaient dans le domaine des applications se sont de plus en plus intéressés aux recherches fondamentales. Suffisamment expérimentés pour mettre en doute les sources de leur savoir, ils ont entrepris leurs propres travaux fondamentaux dans des domaines de première importance. Cette activité a débuté hors des universités: aujourd'hui encore, les laboratoires de biologie de l'État jouent un rôle de premier plan dans la recherche fondamentale.

Avec l'accroissement du nombre d'étudiants dans les universités durant l'après guerre, la recherche biologique s'est considérablement étendue dans ces institutions. De même, après la guerre, l'arrivée massive dans nos universités de scientifiques chevronnés venus de l'étranger à grandement contribué à faire sortir la biologie canadienne de la période formative.

Durant les années 1960, les universités et la science elle-même ont fait de rapides progrès au Canada. Il n'est donc pas étonnant que toute cette activité ait créé beaucoup de confusion. Les découvertes scientifiques se succèdent à un rythme accéléré de sorte qu'il est de plus en plus difficile de se tenir au courant des progrès réalisés. L'importation de scientifiques pour nos besoins immédiats, et l'effort obstiné que nous faisons pour faire partie du peloton de tête dans les différentes disciplines, nous permettent de jouer un rôle modeste, mais réel, dans une foule de réalisations et de bénéficier du prestige qu'elles peuvent apporter. Nombre de programmes de recherche menés dans les universités canadiennes n'ont de sens

que dans le contexte des travaux nord-américains ou internationaux auxquels ils s'intègrent. Ces travaux eux-mêmes concernent des problèmes scientifiques ou sociaux posés par des découvertes faites à l'étranger.

Dans ce contexte, la biologie canadienne se situe encore au second plan. Les départements de biologie de nos universités sont nettement inférieurs à ceux des universités américaines, britanniques ou européennes. Ils n'occupent donc pas encore une place de premier plan dans l'ensemble des éléments nécessaires au développement des sciences biologiques appliquées au Canada.

## La matière à l'étude

Il ne s'agit pas pour notre pays de décider s'il faut ramper ou voler, mais bien plutôt de savoir comment ramper, courir et voler tout à la fois! Alors que nous venons à peine d'acquérir une certaine compétence dans quelques domaines classiques de la biologie, nous devons pour suivre le mouvement scientifique, nous lancer dans de nouvelles expériences. Dans les pages qui suivent, nous parlerons d'abord des tâches traditionnelles ou classiques et ensuite des techniques d'avant-garde.

*Une bonne partie du travail de base touchant la taxonomie, la morphologie, la croissance des végétaux et des animaux, l'écologie descriptive, la biogéographie, et la paléontologie n'a pas encore été fait au Canada d'une façon aussi poussée qu'en Europe. Ce travail n'offre guère d'attraits pour le scientifique qui veut être à l'avant-garde de la recherche biologique. Pourtant, ces études s'imposent pour acquérir les connaissances fondamentales qui nous donneront la maîtrise du milieu naturel. Dans le domaine de la biologie descriptive, le Canada prétend faire des travaux de pointe sans posséder préalablement une connaissance suffisante des organismes vivants ou fossiles qui font l'objet de ses recherches. Nul autre pays techniquement avancé, sauf peut-être l'Australie,*

n'a encore à étudier une aussi forte proportion de sa flore et de sa faune.

Plusieurs études des groupes mentionnent la nécessité de poursuivre les travaux de taxonomie des plantes et des animaux du Canada, spécialement sur les organismes de petite taille, difficiles à classer. Les invertébrés terrestres, les micro-organismes d'eau douce et d'eau salée, les parasites des plantes et des animaux, les vecteurs de maladies, constituent des exemples de groupes difficiles à étudier, mais sur lesquels il faudra acquérir énormément de connaissances, si l'on veut pousser l'étude des fonctions, de l'écologie et d'autres aspects de la biologie appliquée.

Notre première réaction est de nous demander pourquoi les biologistes compétents en la matière ne s'orientent pas vers les domaines où les besoins sont les plus pressants. D'une part, si nous manquons de spécialistes de formation traditionnelle dans des domaines comme ceux de la taxonomie et de la croissance des invertébrés terrestres, nous en avons trop peut-être dans les mêmes disciplines concernant les vertébrés. Il est possible que la somme totale des recherches soit suffisante, mais leur répartition est loin d'être satisfaisante et nous devrions peut-être encourager certains chercheurs à changer de sujet d'étude. Il faut noter que dans bien des cas, les biologistes se sont passionnés tout au début de leur carrière pour certaines espèces ou groupes d'espèces vivantes et non pour une discipline particulière. Il pourrait donc être très difficile de réorienter les biologistes spécialisés dans l'étude des organismes. De plus, dans ce domaine, les travaux valables prennent du temps. Il y aurait danger de perdre l'apport de chercheurs expérimentés en orientant brusquement la recherche dans des voies nouvelles. Il faudra peut-être entreprendre un rajustement progressif ou former de jeunes biologistes à l'étude de certains groupes d'organismes peu connus.

Le travail qui reste à faire dans le domaine de la biologie descriptive (il

s'agit d'à peu près tous les embranchements du règne vivant) exigera plusieurs dizaines d'années. Tant que cette tâche ne sera pas terminée, la solution de certains problèmes précis pourrait être retardée ou compliquée. Il ne faut donc pas négliger ces tâches fondamentales (le Musée national est fortement en retard dans la réalisation du programme qu'on lui a tracé) et il faut prendre des mesures énergiques pour répartir plus efficacement les tâches.

*Nous disposons, semble-t-il, des éléments de base qui permettront de former les équipes nécessaires à l'étude de la physiologie végétale et animale et de la biochimie, malgré la faiblesse actuelle des universités en ce domaine. Les travaux de recherche appliquée effectués au Canada se rapportant à l'agriculture, aux pêches et aux forêts ont atteint dans certains cas le niveau international. Grâce à l'impulsion des laboratoires fédéraux de recherche, le Canada s'est créé une réputation enviable dans ces domaines. L'utilisation que nous avons faite de nos découvertes n'a peut-être pas été aussi remarquable et il faudrait accroître notre efficacité à cet égard. La pénurie d'aliments à l'échelle mondiale paraît assurer des débouchés à nos produits, mais l'histoire nous montre que même ce marché fera l'objet d'une concurrence intense. L'industrie des produits alimentaires et celle des textiles ne pourront survivre qu'à la condition de se transformer suivant les circonstances. En entrant dans le domaine de la grande industrie<sup>1</sup>, les firmes agricoles, l'industrie forestière et le secteur de la pêche devront faire face à divers problèmes et auront grand besoin des connaissances fondamentales et des techniques nouvelles que les physiologistes et les biochimistes pourront fournir. La génétique peut avoir*

<sup>1</sup>Signalons en passant que l'urbanisation de notre société (nous aurons cinq mégapoles en l'an 2000) réduit de plus en plus le nombre des producteurs d'aliments et de textiles. Il faudrait étudier les conséquences de cette situation dans le cas d'urgence nationale.

des applications immédiates dans ces domaines et il faudrait également en faciliter l'utilisation. Les débouchés de certains nouveaux produits pharmaceutiques d'origine végétale ou animale sont très appréciables: il faut faire progresser la biochimie dans ces domaines.

Parallèlement à ces nécessités d'ordre commercial, les sciences physiologiques peuvent nous aider à comprendre le comportement de l'homme et des animaux et à améliorer leur santé. Les études faites au Canada se répartissent à peu près également entre le domaine médical et le domaine non médical; elles présentent certaines réalisations remarquables, mais aussi à certains points de vue des lacunes étonnantes. Le Canada s'est distingué dans les domaines cardiovasculaire, neurophysiologique et endocrinien: ces recherches prennent de l'ampleur et sont de haute qualité, grâce surtout aux travaux effectués en médecine. En dehors de cette dernière, la recherche canadienne en physiologie a porté particulièrement sur les animaux domestiques et les poissons. Pour ce qui est des aliments de base, tels le lait, les œufs, etc., la recherche canadienne a été et demeure fort satisfaisante, et nous permet de tirer parti des nouvelles connaissances acquises à l'extérieur.

Dans une grande mesure toutefois, la physiologie humaine demeure le modèle dont on s'inspire pour comprendre la physiologie animale. Ce n'est que depuis une vingtaine d'années que la physiologie comparative nous aide à situer nos connaissances dans une perspective d'ensemble. À cet égard, l'apport du Canada a été extrêmement faible. On sait peu de choses de la physiologie des animaux sauvages. Pourtant la connaissance de la physiologie des vertébrés et des invertébrés nous aiderait directement à mieux comprendre les mécanismes physiologiques de l'homme et en assurer le bon fonctionnement. De plus, comme on l'a si bien vu depuis quelques années, les animaux sauvages

constituent d'excellents indicateurs des déséquilibres qui se produisent dans un milieu donné et qui peuvent affecter l'homme (présence de DDT, de plomb, de mercure, et de bien d'autres facteurs de contamination).

Donc, tant pour étudier les possibilités de production alimentaire et textile que pour mieux connaître la physiologie humaine et protéger le milieu biologique, le développement des diverses branches de la physiologie est nécessaire et les plans d'avenir de notre pays devront en tenir compte.

*La situation des sciences du comportement est à peu près la même.* Les travaux effectués au Canada ont rapidement pris de l'ampleur au cours de la dernière décennie et ils pourront servir de base à l'essor futur. Il semble toutefois exister un fossé profond entre les éthologues qui étudient le comportement animal et les psychologues qui s'occupent surtout de l'homme. Il faut remarquer qu'au Canada on n'a guère étudié les primates inférieurs, dont on s'est cependant beaucoup occupé à l'étranger depuis quelques années. Le Canada n'a que peu contribué aux recherches sur les similarités entre le comportement de l'homme et celui des animaux. Nous avons d'une part trop de travail à faire au Canada même, pour nous permettre d'étudier la faune exotique et d'autre part nous n'avons guère de jardins zoologiques. Quelle que soit l'explication de cette lacune, il ne semble pas opportun d'entreprendre de telles recherches au Canada, même si elles pourraient relever l'homme dans notre estime. Le sujet semble avoir été étudié à fond du point de vue des sciences du comportement et il serait probablement plus profitable de se consacrer à des études approfondies en éthologie comparée.

Bien qu'elle soit fragmentaire, la recherche en sciences du comportement se porte donc assez bien au Canada; elle offre de nombreuses possibilités d'application. Il faudrait en favoriser le développement, surtout dans les universités.

Si la biologie se résumait à ce qui précède et si nous vivions dans un monde fermé, le développement des sciences biologiques pourrait se poursuivre suivant le même rythme. Actuellement, il est à la fois satisfaisant et économique: exception faite de la nécessité urgente d'accroître nos connaissances en biologie arctique et de combler de graves lacunes en recherche sur la pollution, nous pourrions poursuivre simplement, étape par étape, notre marche ascendante. Toutefois, nous ne vivons pas dans un monde clos. De plus en plus, nous affrontons des problèmes qui découlent de connaissances et de techniques émanant de l'extérieur. Nous ne devons pas nous demander: «Quelle orientation devons-nous donner à la biologie?», car la décision ne dépend pas que de nous, mais bien: «Qu'arrivera-t-il si nous n'entreprenons pas tel genre de recherche? Quels seraient les avantages de travaux plus poussés dans tel ou tel domaine?»

À la lumière de ces questions, on peut conclure que *le progrès dépendra des réalisations accomplies* dans les cinq domaines suivants: 1° microbiologie; 2° génétique; 3° biologie cellulaire et moléculaire, virologie et immunologie; 4° biologie des populations et biologie théorique; 5° écologie et taxonomie nouvelles.

*Dans le domaine de la microbiologie agricole et médicale*, le Canada a accumulé de plus en plus de réalisations, mais il n'y a eu de percée appréciable qu'à partir de 1950<sup>1</sup>. Nos scientifiques se sont distingués dans le domaine de la détermination de la structure de divers micro-organismes et dans l'étude de certains organismes pathogènes pour divers mammifères, poissons, volailles et plantes. Les études fondamentales sur la nutrition qui ont permis la culture des tissus et la mise au point de vaccins anti-virus ont été effectuées au Canada.

<sup>1</sup>Le présent exposé sur la microbiologie doit beaucoup au mémoire présenté au Conseil des sciences par la Société canadienne de microbiologie.

De même, les travaux portant sur la microbiologie des sols ont atteint une qualité remarquable.

On serait tenté de conclure que la microbiologie se porte très bien au Canada, mais en réalité, compte tenu des possibilités et des besoins de l'avenir, notre effort actuel est dangereusement insuffisant.

L'utilisation de micro-organismes comme agents industriels de transformation chimique pourrait prendre une telle ampleur que leur rôle d'agents de fermentation passerait au second plan. La fabrication microbienne de divers produits pharmaceutiques ou biochimiques est possible. On utilise déjà des bactéries aérobies autotrophes pour la récupération de l'uranium et du cuivre des eaux d'exhaure et il ne fait aucun doute que le Canada devrait subventionner la recherche sur l'extraction des minerais et des métaux par voie microbienne. Le recyclage des eaux résiduaires, dont on parle tant, constitue avant tout un problème de microbiologie appliquée. Et les résidus de pétrole pourraient être décomposés par action bactérienne.

À titre de pays producteur et fournisseur d'aliments, le Canada devrait de toute évidence effectuer des recherches sur les aspects microbiologiques de la conservation et de la distribution des aliments. La recherche microbiologique pourrait par exemple permettre de modifier le matériel génétique de divers végétaux pour qu'ils puissent fixer l'azote atmosphérique comme les légumineuses, de façon à réduire leurs besoins en engrais azotés.

Les micro-organismes assurent le service de notre société en décomposant les matières organiques; c'est là une phase cruciale du cycle biologique sur notre planète. Nous ne connaissons que bien vaguement le déroulement de ce processus indispensable de dégradation biologique. Nos efforts en vue de préserver la qualité du milieu naturel devraient viser à protéger l'action des micro-organismes menacés par les polluants.

Pour toutes ces raisons, on devrait développer organiquement cette discipline à partir de l'excellent travail déjà fait au Canada. Il faudrait également trouver le moyen d'intéresser l'industrie à ce genre de recherches. Le Canada n'exploite pas le potentiel extraordinaire des micro-organismes, mais semble se contenter d'envier le Japon et les États-Unis, pays qui vont de l'avant à cet égard. Nous ne faisons pas suffisamment de recherche industrielle en ce domaine.

De toutes les branches de la biologie, c'est la *génétique* qui met le plus à contribution les diverses disciplines. Science de l'hérédité, la génétique étudie les processus qui distinguent le monde vivant du monde inorganique. C'est dans la mesure où nous connaissons la génétique que nous pourrions transformer les organismes vivants à notre avantage.

Très tôt quelques Canadiens l'ont compris et entre 1920 et 1940 ils firent des découvertes qui ont permis d'augmenter considérablement la production agricole du Canada. Nos biologistes ne firent pas progresser l'ensemble de la génétique à un rythme aussi rapide. Pourtant, dans d'autres pays, on avait déjà fait de grandes découvertes scientifiques pouvant avoir de sérieuses répercussions sur l'avenir de l'humanité. Le Canada, lui, tient une bien petite place dans ce domaine passionnant mais inquiétant des techniques de modelage génétique.

S'il est un domaine où, avant toute décision, la société future devra obtenir l'opinion réfléchie des biologistes, c'est bien celui de la génétique. Au moment où l'on entrevoit la possibilité de modifier à volonté les caractéristiques des êtres vivants, et celles de l'homme plus particulièrement, il serait insensé de ne pas acquérir la compétence voulue. Et pourtant il faut bien se rendre compte que les recherches dont notre avenir dépend ne sont généralement pas poussées très loin dans notre pays.

La génétique actuelle est en réalité constituée de diverses spécialités tou-

chant à la biologie moléculaire, l'immunologie, la virologie et la biologie de la mitose à l'échelle macromoléculaire et à l'écologie et à la systématique à l'échelle des populations et des espèces. La qualité de la génétique dépend dans une certaine mesure de la qualité des disciplines associées; il est indispensable de la faire progresser rapidement chez nous.

*Le Canada ne s'est intéressé que bien après les autres pays à la biologie cellulaire et moléculaire.* Les travaux effectués présentement au Canada ne sont ni négligeables ni médiocres, mais ils n'en demeurent pas moins insuffisants, compte tenu du progrès que font d'autres branches de la biologie et compte tenu des possibilités et des besoins. L'immunologie, par exemple, qui étudie les réactions des tissus au contact de substances et de cellules étrangères, joue un rôle très important dans nombre de cas: maladies d'origine bactérienne ou virale, transfusions sanguines, transplantations d'organes, allergies, réactions pathologiques de l'organisme contre lui-même, etc. On se sert beaucoup des techniques de l'immunologie pour la mesure de faibles quantités de protéines. Malgré quelques réalisations, la recherche au Canada en matière d'immunologie semble manquer d'unité et de cohérence. Jusqu'à tout récemment, l'ensemble était médiocre. Heureusement, depuis cinq ans, les recherches en immunologie ont fait de grands progrès, le rythme actuel devrait être maintenu et même accéléré.

La virologie trouve une application immédiate dans la lutte contre les nombreuses maladies d'origine virale qui s'attaquent aux plantes et aux animaux. À l'heure actuelle, les recherches sur les virus font surtout appel à la biochimie et à la biophysique mais ces disciplines ne sont pas très avancées au Canada. Il existe quelques centres où la recherche sur les virus est très poussée, mais dans l'ensemble la recherche n'a pas suffisamment progressé dans nos universités.

La biologie moléculaire est essentiellement une synthèse de la biochimie, de la microbiologie et de la génétique; elle a fait son apparition lors de la Seconde guerre mondiale. Les diverses étapes de son développement ont été marquées par la participation de chimistes et de physiciens à l'étude des processus vitaux, et ont mené à la découverte du code génétique. En fin de compte, tous les processus vitaux trouvent leur explication au niveau de la molécule; et grâce à cette explication il devient possible de créer la vie et de diriger l'évolution des processus vitaux. Les extrapolations auxquelles se prête la biologie moléculaire passionnent les esprits, car la connaissance du code génétique peut avoir de plus profondes répercussions sur l'humanité que la maîtrise des forces nucléaires.

Le Canada n'a joué qu'un très faible rôle jusqu'ici dans ce domaine si important. Aux États-Unis, des départements entiers de biologie se sont consacrés à la biologie moléculaire, mais ici la transformation n'a pas été aussi radicale. À certains égards, nous pouvons nous réjouir de notre modération, mais il semble que dans ce cas-ci nous ayons été trop peu entreprenants. Nous ne possédons pas suffisamment de spécialistes en biologie moléculaire pour nous tenir au courant des possibilités qu'elle nous offre.

Au Canada, la biologie cellulaire est en meilleure posture que la biologie moléculaire, mais dans ce secteur comme dans les autres secteurs voisins, la situation d'ensemble, surtout dans les universités, révèle une certaine faiblesse. Dans le domaine de la culture des tissus, qui est pourtant un instrument essentiel de la recherche, nos scientifiques ne font à peu près rien. Il en va de même de la culture des organes. On a entrepris de nombreuses études des structures et des fonctions des membranes cellulaires, mais on ne sait presque rien de leur composition et de leur structure biochimiques. La cytologie végétale est encore plus négligée que la cytologie

animale<sup>1</sup>.

La biologie cellulaire et moléculaire semble donc s'être développée fort lentement au Canada. Son avenir, comme celui de la génétique, nous préoccupe. Sans aucun doute, ce sont des disciplines qui vont prendre de l'ampleur et se développer dans de nouvelles directions à mesure que la science tout entière progressera. Il s'agit donc là d'un domaine qui devra faire l'objet d'une attention particulière durant la prochaine décennie, ne serait-ce que pour empêcher notre retard actuel de s'accroître.

*La biologie théorique et la biologie des appareils anatomiques* suscitent énormément d'activité depuis peu. Notre retard relatif en la matière s'explique en partie par l'avance technologique immense que les programmes de défense nationale et d'exploration spatiale ont assurée aux États-Unis. Le Canada vient bien loin en arrière dans divers secteurs des mathématiques appliquées. Il suffit de visiter les grandes universités aux États-Unis pour constater que la présence et l'utilisation de puissants blocs d'informatique ont suscité beaucoup d'intérêt pour la résolution de problèmes biologiques complexes et en particulier pour l'analyse de nombreux genres d'appareils anatomiques. Les centres canadiens de recherche en biologie ne font guère usage de l'informatique ni des mathématiques. La plupart des groupes de travail n'ont même pas mentionné le sujet. Le groupe d'études sur les biomathématiques a révélé que les scientifiques sont proportionnellement beaucoup plus nombreux que les statisticiens au Canada qu'aux États-Unis, au Royaume-Uni ou en Australie. En général, compte tenu des possibilités, peu de chercheurs utilisent les mathématiques dans leurs travaux de biologie. Tout comme en biologie cellulaire et en biologie moléculaire, nous avons besoin de spécialistes en biologie mathématique, ne serait-ce que pour nous tenir au courant des

<sup>1</sup>Il semble en être ainsi dans le monde entier.

techniques de plus en plus complexes et des possibilités de la science de demain.

*On parle énormément d'écologie*, mais les écologistes n'en continuent pas moins à se partager en deux groupes, ceux qui favorisent l'étude d'une seule espèce par un écologiste donné, et ceux qui veulent tout étudier et tout mesurer à la fois. Le premier groupe réunit les auto-écologistes, qui étudient le maillage des relations à l'intérieur d'une même espèce. Le second groupe comprend les synécologistes qui cherchent à déterminer les caractéristiques des populations de plantes ou d'animaux. L'attitude du premier de ces deux groupes a eu pour résultat de forcer les générations successives de chercheurs se consacrant à une même espèce à répartir à zéro chaque fois et à refaire, l'une après l'autre, les plus simples découvertes. Ces études se sont révélées extrêmement fructueuses, mais elles ouvrent rarement de nouveaux horizons. Le reproche qu'on adresse aux synécologistes, c'est surtout de vouloir tout mesurer. En voulant examiner trop de choses à la fois et en ne s'intéressant qu'aux hypothèses à posteriori, ils ont peut-être énormément ajouté à la description fondamentale du monde naturel, mais, en même temps, ils n'ont guère découvert de principes nouveaux depuis que Clements, Shelford, Tansley, Elton et Leopold ont traduit en termes savants la simple réalité de l'équilibre naturel.

L'écologie nouvelle qui procède plus méthodiquement par expérimentation progresse rapidement et deviendra bientôt une science indépendante. Le Canada traverse assez bien la période actuelle de transition: nous nous intéressons activement à l'écologie parce qu'elle est à la base de nombreux problèmes d'utilisation des ressources naturelles. Pour jouer un rôle dans l'élaboration de la science mondiale et pour nous tenir à jour, il suffirait peut-être d'accélérer l'évolution actuelle en adoptant, face à la «nouvelle écologie», une mentalité plus audacieuse, capable

de concevoir les grands projets qui s'imposent, ainsi qu'en faisant des efforts particuliers pour attirer les spécialistes des sciences physiques vers le travail d'équipe.

Le Canada ne dispose que de ressources restreintes pour entreprendre *la systématique nouvelle*, discipline sœur de la nouvelle écologie. Le concept moderne d'évolution est fondé sur la dynamique des écosystèmes (de là le terme «génétique écologique»), c'est-à-dire la manière dont la sélection naturelle préserve l'équilibre fragile des populations animales et végétales. Chaque être vivant dispose de moyens d'adaptation qui lui permettent de faire face à la situation présente et à un certain nombre de situations possibles. Les êtres vivants agissent les uns sur les autres et sur l'ensemble de leur milieu, causant ainsi leur sélection naturelle. Bien que cela soit connu depuis plusieurs décennies, on n'a creusé la question que de façon théorique. Certaines observations donnent à penser que l'évolution se poursuit à un rythme bien plus rapide qu'on ne croyait. Dans un monde en constant devenir, une meilleure connaissance de ces processus trouverait partout des applications fondamentales.

*Les nouvelles techniques de recherche supposent un nouveau genre de collaboration* entre divers groupes de spécialistes. Tous les rapports soulignent que seul le travail d'équipe ouvrira de nouveaux horizons, particulièrement dans les domaines d'avant-garde. Ces équipes, dont les membres peuvent appartenir à la même discipline ou être de formations différentes, accomplissent plus que ne pourrait le chercheur solitaire qui possède bien rarement toutes les techniques et toutes les connaissances indispensables. Si l'on veut vraiment que la recherche biologique au Canada réponde aux normes internationales, il faut concentrer et structurer les travaux que l'on entreprend. On reconnaît généralement que la biologie moderne s'intéresse de plus en plus aux «problè-

mes» au lieu de se diviser en disciplines distinctes. La recherche est donc orientée suivant la nature du problème. Si un problème de biologie relève en partie de la physique, le chercheur devient physicien; si des questions d'hérédité interviennent, il devient généticien. Cette sorte de recherche gagne à être menée par une équipe. Le scientifique universel, spécialiste en plusieurs domaines, appartient au passé. Il a été remplacé par le directeur de recherches, entouré d'un groupe de chercheurs de formations diverses qui, tous ensemble, peuvent résoudre les difficultés qui se présentent.

Dans ce contexte, l'analyse que nous venons de faire de la biologie au Canada est en grande partie artificielle. Le simple fait que nous ayons dû examiner les disciplines séparément nous montre bien la nécessité d'améliorer à l'avenir les communications au sein de l'ensemble du monde scientifique, de façon à nous permettre de discuter des problèmes fondamentaux en mettant un peu de côté, et même en abandonnant tout à fait les disciplines de plus en plus dépourvues de signification et d'importance.

Ce qui est vrai pour la biologie, l'est pour la science dans son ensemble. Bien des biologistes sont convaincus que la recherche biologique progressera bien plus rapidement du jour où les spécialistes en sciences physiques s'attaqueront à certains aspects des problèmes biologiques. Les mathématiciens, par exemple, peuvent participer aux études théoriques et aux travaux pratiques: ils s'occupent déjà d'une foule de problèmes biologiques. Le directeur d'un important département canadien de mathématiques a déclaré que les mathématiques avaient déjà donné tout ce qu'elles pouvaient aux sciences physiques et que leur avenir se trouve en sciences sociales et biologiques. Les physiciens ont joué un rôle appréciable dans le monde de la biologie moléculaire et dans celui de la physiologie (cellules et organismes plus complexes). Les chimistes pourront participer activement

aux travaux effectués dans tous les domaines de la biologie, qu'il s'agisse de la structure moléculaire d'un corps ou des transformations complexes que se produisent dans le limon des lacs et des océans. L'adoption d'une telle philosophie par les milieux scientifiques pourrait constituer le facteur déterminant du progrès des sciences proprement dites et de leurs applications.

## L'arroi\* d'une science parvenue à maturité

Lorsque les diverses sciences biologiques atteignent un développement suffisant, elles nécessitent un arroi approprié. Au siècle dernier, la biologie exigeait pour s'épanouir: un certain nombre d'associations d'accès plus ou moins difficile, dont chacune publiait sa revue; des musées, des jardins zoologiques et des jardins botaniques; des bibliothèques bien pourvues; un prestige suffisant pour susciter les congrès internationaux et les moyens de loger les congressistes; des stations d'observation au bord de l'océan, dans les déserts ou dans quelque autre milieu naturel remarquable; l'envoi d'expéditions aux confins du monde; quelques personnalités scientifiques illustres disposant pour leurs recherches de tout ce que leurs mécènes avaient les moyens d'offrir; et partout un certain nationalisme dans le cadre de la grande famille internationale de la science.

Les temps ont changé. La plus grande partie de l'arroi de la biologie victorienne demeure nécessaire. Certains éléments sont devenus absolument inutiles et constitueraient de coûteuses folies si des milieux scientifiques en voie de formation s'en encombraient. D'autre part, depuis cinquante ans, et plus particulièrement depuis vingt ans, les nouvelles disciplines biologiques ont fait appel à de nouvelles installations. Enfin, l'abondance des découvertes

\*c'est-à-dire les locaux, les moyens, les effectifs, tout le cortège des équipements, etc.

scientifiques a fait naître de nouveaux problèmes de communication. Les sommes affectées à cet arroi des sciences biologiques joueront un rôle de la plus grande importance pour la réalisation d'un programme conçu à l'échelle du pays.

Du fait que la recherche est beaucoup plus active à l'étranger, *l'acquisition de documentation qui en provient constitue l'un des placements les plus rentables que nous puissions faire.* Les publications anglaises, françaises et allemandes, nous sont relativement faciles d'accès. Nous connaissons moins bien ce qui s'écrit en russe et en japonais, la bibliographie dans ce dernier cas devenant d'ailleurs de plus en plus abondante. L'une de nos premières préoccupations devrait être la création de bons services de traduction qui complèteraient le travail fait dans d'autres pays.

La plus grande partie de l'URSS se situe aux mêmes latitudes que le Canada. On y trouve une foule de plantes et d'animaux identiques ou fort ressemblants à ceux du Canada. La forêt boréale, la taïga, la toundra, n'existent vraiment qu'au Canada et en Russie! Toutes les recherches biologiques se rattachant à l'utilisation rationnelle des ressources renouvelables devraient évidemment tenir compte de ce que les chercheurs russes ont découvert. Dans d'autres domaines de la biologie, il faut s'intéresser aux travaux russes, ne serait-ce que pour leur abondance, même si nous mettons en doute la valeur de certains d'entre eux<sup>1</sup>. Pour que la science progresse chez nous, il est aussi important que le moindre biologiste ait une bonne connaissance du russe qu'il est nécessaire, pour notre avenir culturel, que chacun sache l'anglais et le français. Nos services de traduction sont manifestement incapables de répondre à ces immenses besoins.

*La deuxième priorité se rapportant aux moyens de communication est l'établissement d'une bibliothèque scientifique*

<sup>1</sup>C'était le cas de la génétique russe jusqu'à ces dernières années.

*nationale abondamment pourvue et conçue de façon à répondre particulièrement bien aux besoins des universités et des organismes d'État.* Les scientifiques aiment entretenir le mythe de leur connaissance encyclopédique de ce qui se publie, mais la prolifération des données scientifiques est telle que personne n'osera bientôt y croire. Dans le cas d'un petit pays comme le Canada, la solution la plus efficace semble être l'établissement d'un service bien coordonné de documentation, qui mettrait à notre portée la plus grande partie possible de la documentation universelle, avec le minimum de double emploi (voir le Rapport n° 6 du Conseil des sciences). Il est à espérer que d'ici cinq ans on aura transformé radicalement la conception statique dont nos bibliothèques s'inspirent pour accéder à l'ère de la saisie sélective des données.

*Les associations scientifiques et les revues qu'elles publient* (moyen traditionnel de communication des découvertes scientifiques) devraient avoir une envergure nationale; d'abord, elles y gagneraient du prestige, ensuite leur contenu deviendrait d'intérêt plus strictement canadien. Jusqu'ici, les sociétés savantes du Canada ont manqué de dynamisme. Nos biologistes se dirigent volontiers vers le sud pour les congrès, vers le nord pour leurs recherches plutôt que vers l'est et l'ouest. Il y a toujours eu beaucoup moins d'associations biologiques que d'associations médicales et plusieurs d'entre elles ont été créées assez récemment (Annexe n° 4). Pour se convaincre de leur médiocrité, il suffit d'assister à quelques-unes de leurs réunions et de les comparer aux réunions des associations américaines de biologie.

Il existe 17 revues canadiennes de biologie (Tableau n° 1). Celles qui ont la meilleure tenue bénéficient d'une aide financière de l'État, qui couvre leurs frais en tout ou en partie. Certaines autres revues canadiennes constituent les revues internes des services de recherche de l'État. Les vraies revues

d'associations, dont les ressources proviennent des cotisations et des abonnements, ne sont pas particulièrement florissantes. Les cotisations de nos chercheurs profitent souvent à des revues étrangères.

Les biologistes canadiens ont tendance à publier leurs articles dans des périodiques étrangers. Les chercheurs qui présentent une demande d'emploi au Conseil national de recherches doivent mentionner tout ce qu'ils ont publié au cours des cinq dernières années. L'examen de 308 des 1 176 demandes d'emploi présentées au cours de l'exercice 1970 a permis de relever les titres de 2 140 articles dont 1 277 (60 p. 100) ont été publiés dans des publications étrangères (Tableau n° 2). Plus de 35 p.

100 ont été publiés aux États-Unis. La publication de ces articles dans les revues étrangères les plus réputées témoigne en faveur de la qualité de la science canadienne, mais que moins de la moitié de ces articles (et encore, il ne s'agit peut-être pas de la meilleure moitié) soit publiée au Canada ne nous rassure pas sur la vitalité de nos médias d'information.

Les sociétés biologiques canadiennes et les organismes d'État devraient se préoccuper sans retard de la création de dynamiques revues canadiennes spécialisées en biologie. Faut-il songer à des prix ou à la publication gratuite des articles écrits par des Canadiens?

*Les jardins zoologiques, les jardins botaniques, les stations d'observation*

**Tableau n° 1—Nombre de périodiques canadiens répertoriés dans les *Biological Abstracts* et subventionnés en tout ou en partie par l'État ou les provinces, ou non subventionnés**

|                             | Parution régulière           |                           |                   | Parution irrégulière         |                           |                   | Total     |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|
|                             | Publ. de l'État <sup>1</sup> | Publ. des assoc. ou univ. |                   | Publ. de l'État <sup>1</sup> | Publ. des assoc. ou univ. |                   |           |
|                             |                              | Subventions de l'État     | Aucune subvention |                              | Subventions de l'État     | Aucune subvention |           |
| Agriculture et alimentation | 0                            | 0                         | 7                 | 2                            | 0                         | 0                 | 9         |
| Biologie                    | 4                            | 2                         | 8                 | 1                            | 0                         | 2                 | 17        |
| Pêches                      | 3                            | 0                         | 1                 | 6                            | 0                         | 0                 | 10        |
| Forêts                      | 2                            | 0                         | 1                 | 2                            | 0                         | 2                 | 7         |
| Richesses naturelles        | 1                            | 0                         | 4                 | 3                            | 0                         | 0                 | 8         |
| Médecine                    | 3                            | 0                         | 13                | 0                            | 0                         | 1                 | 17        |
| Sciences physiques          | 3                            | 2                         | 3                 | 4                            | 0                         | 2                 | 14        |
| Divers <sup>2</sup>         | 0                            | 1                         | 1                 | 0                            | 0                         | 2                 | 4         |
| <b>Totaux</b>               | <b>16</b>                    | <b>5</b>                  | <b>38</b>         | <b>18</b>                    | <b>0</b>                  | <b>9</b>          | <b>86</b> |

<sup>1</sup>Y compris les Revues canadiennes de la recherche.

<sup>2</sup>Y compris la psychologie et l'anthropologie.

Source: Répertoire des périodiques scientifiques et techniques, Bibliothèque scientifique nationale, 1969 (CNRC-10889).

**Tableau n° 2—Pays ayant publié les travaux de biologistes canadiens, de 1965 à 1970 (échantillonnage)**

| Division                 | De-mandes d'emploi au CNRC | Échan-tillon | Nombre d'articles publiés |            |            |            |           | Total pour l'étranger | Total général |
|--------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------------------|---------------|
|                          |                            |              | Canada                    | R.-U.*     | É.-U.      | Europe     | Divers    |                       |               |
| Biologie animale         | 278                        | 71           | 171                       | 117        | 162        | 42         | 6         | 327                   | 498           |
| Biologie cellulaire      | 344                        | 86           | 236                       | 70         | 325        | 60         | 10        | 465                   | 701           |
| Biologie végétale        | 234                        | 69           | 184                       | 60         | 117        | 32         | 3         | 212                   | 396           |
| Biologie des populations | 320                        | 82           | 272                       | 66         | 162        | 41         | 4         | 273                   | 545           |
| <b>Total</b>             | <b>1 176</b>               | <b>308</b>   | <b>863</b>                | <b>313</b> | <b>766</b> | <b>175</b> | <b>23</b> | <b>1 277</b>          | <b>2 140</b>  |
| Nombre de publications   |                            |              | 118                       | 104        | 238        | 90         | 20        |                       | 570           |

\*Y compris l'Australie et la Nouvelle-Zélande.

*biologique, les expéditions parrainées par l'État, etc.*, suscitent deux courants d'opinion. Certains biologistes estiment que le Canada doit se pourvoir de ces institutions parce qu'elles vont de pair avec une certaine maturité scientifique; ils soutiennent que leur rareté ralentit le rythme de notre progrès<sup>1</sup>. Poussés par leur enthousiasme, ils proposent la création de stations de recherche océanographique sur les littoraux atlantique et pacifique, l'envoi d'expéditions dans les coins les plus éloignés de l'Arctique canadien et dans divers autres endroits caractérisés principalement par leur éloignement et leur inaccessibilité. Leurs adversaires soutiennent que toute cette activité est déjà dépassée. Au lieu de nous embarquer dans ces aventures épiques, inspirées des épopées victoriennes et des safaris de Teddy Roosevelt, nous devrions consacrer nos ressources limitées à l'établissement d'institutions qui nous mettraient à l'avant-garde de la biologie. Il faudrait peut-être, par exemple, pourvoir le Canada d'installations du genre «biotron», dans lesquelles on peut faire varier les caractéristiques ambiantes de façon presque insensible, effectuer des mesures très précises, et, grâce à des dispositifs de régulation en très grande partie automatisés, poursuivre des études expérimentales extrêmement délicates sur diverses fonctions biologiques. Il faudrait également pourvoir les laboratoires spécialisés en génétique moderne, en culture des tissus, et en biologie moléculaire et cellulaire, d'installations scientifiques les plus perfectionnées, les plus précises.

Mais il est très difficile de répartir judicieusement les fonds lors de l'acquisition de ce nouveau matériel: c'est un sujet qui préoccupe grandement les biologistes canadiens. Plusieurs des rapports de groupes affirment que les organismes de l'État sont les seuls qui

soient à la hauteur<sup>2</sup> dans bien des disciplines, et que le gouvernement fédéral est le seul à avoir les ressources financières voulues pour aménager certaines des installations nécessaires.

*Il faut insister pour que les biologistes canadiens se concertent pour l'utilisation conjointe des grands moyens de recherche: navires-laboratoires, biotrons, installations régionales, etc.*

Les propositions concrètes formulées par les groupes de travail reviennent souvent sur ce point fondamental: les mêmes installations pourraient dans bien des cas servir aux recherches ordinaires et aux recherches d'avant-garde. Il faudrait par exemple créer un réseau de laboratoires régionaux pourvus d'installations permettant de garder dans des conditions favorables et sous régulation d'ambiance non seulement des plantes, mais surtout des animaux. De telles installations s'imposent particulièrement pour les recherches en écologie et en physiologie et les études du comportement des êtres vivants. Elles se révéleraient fort utiles dans toutes les études portant sur l'influence d'un quelconque facteur d'ambiance. Pour garder sous observation les créatures d'eau salée et d'eau douce, nous ne disposons à vrai dire que d'installations de fortune, qui sont encore pires pour les mammifères et les oiseaux sauvages. Il faudrait disposer d'un grand nombre de grandes installations semblables à la serre à régulation d'ambiance de l'Université de l'Alberta et au laboratoire de recherches océanographiques de Logy Bay à Terre-Neuve. Ces deux institutions ont été créées à l'aide de subventions pour grandes installations du Conseil national de recherche. Il faut espérer que de nombreuses installations semblables seront aménagées à l'avenir.

Si nous voulons exceller à la fois dans tous les domaines de la biologie, nous

<sup>1</sup>On ne trouve au Canada aucune station de biologie marine, aucun jardin zoologique qui se compare aux institutions du même genre des États-Unis et de l'Europe.

<sup>2</sup>Les centres d'informatique font notablement exception, car les organismes fédéraux en sont trop souvent dépourvus.

finirons évidemment par être médiocres partout. N'ayant ni l'expérience ni les ressources dont disposent d'autres pays, nous sommes portés à essayer de les rattraper pour parvenir aux mêmes succès. Cependant, pour remplir notre tâche de conseillers pour notre pays, nous recommanderons plutôt de fournir l'arroi nécessaire aux secteurs les plus nouveaux des sciences biologiques. Il est très difficile de prédire quelle orientation prendra la biologie, soit sous l'impulsion des chercheurs, soit sous la poussée des facteurs sociaux. S'il nous faut choisir entre deux voies, bâtissons pour l'avenir au lieu de nous épuiser à rattraper les autres. Nous devrions chercher bien moins à copier les institutions traditionnelles qu'à créer et réaliser des programmes dont la biologie de demain aura besoin.

Il faudra équiper les laboratoires d'appareils nouveaux de plus en plus compliqués. L'utilisation de dispositifs automatiques d'analyse reliés à des ordinateurs permet d'étendre énormément la portée des observations. Dans les meilleurs laboratoires de biologie on a éliminé les tâches monotones et les erreurs attribuables au personnel. L'utilisation d'indicateurs radioactifs en biologie ne peut prendre d'essor que si les chercheurs disposent d'appareils d'observation suffisamment précis et coûteux. Les dispositifs de télémessures, les microscopes électroniques, les appareils d'analyse des acides aminés, les spectromètres à infrarouge, et bien d'autres moyens d'investigation ont remplacé les bottes en caoutchouc et les brucelles du biologiste d'autrefois. Le spécialiste d'aujourd'hui a besoin du même appareillage, à peu près, que le physicien; de plus, le biologiste procède à ses observations sur des matériaux vivants, dont il doit assurer la survie pendant des périodes plus ou moins longues.

Pour acquérir des moyens techniques aussi perfectionnés et aussi coûteux, les biologistes, et plus particulièrement les services administratifs dont ils relè-

vent, devront accepter une forte majoration des crédits.

Le cas du Musée national mérite qu'on s'y arrête un moment, car cette institution, comparée à des institutions analogues en Europe, est dans un état lamentable. Il semble qu'on veuille s'inspirer des grands musées d'autrefois, entrepôts de spécimens qui, à cause de l'importance attachée à la morphologie, constituaient les seuls centres valables de recherche taxonomique. La plupart de ces institutions étaient parrainées par des personnalités influentes, bénéficiaient d'un grand prestige et disposaient de revenus importants, de sorte qu'elles pouvaient à la fois réaliser de tels programmes de recherche et présenter à la population les merveilles de la Nature dans un décor impressionnant.

Il n'est plus souhaitable que les musées remplissent cette double fonction. Aujourd'hui, seul le spécialiste du spectacle peut en présenter un. Le taxonomiste doit bien connaître les techniques de la génétique, de l'éthologie et de l'écologie modernes. La nouvelle systématique utilise la morphologie tout comme les autres éléments indispensables à l'investigation. Il est fort peu probable que la reclassification des êtres vivants selon de nouvelles normes ou que l'envoi d'expéditions nouvelles vers les quatre coins du monde puisse bouleverser les fondements de la théorie de l'évolution. Un tel programme pourrait tout au plus conduire à la reclassification taxonomique de certains groupes et fournir une base solide de données systématiques qui pourrait servir dans d'autres disciplines.

Il conviendrait donc de séparer les diverses fonctions du musée traditionnel et de les situer chacune dans le milieu qui convient le mieux. Les expositions et tout ce qui touche l'aspect «présentation», devraient relever d'offices culturels, du Secrétariat d'État par exemple. Les recherches nouvelles en systématique devraient être confiées principalement aux universités.

Les véritables fonctions des musées,

celles qui se rattachent au contrôle et à la conservation du matériel scientifique, à l'avancement de la systématique classique et à l'identification des spécimens (ce dernier travail, de caractère technique avant tout, constitue un service dont de nombreuses autres branches de la biologie ont besoin<sup>1</sup>), devraient être confiées à un seul organisme (le Conseil national de recherches par exemple), tout comme le serait un service national de bibliothèque. On devrait créer un centre principal d'entreposage et une série de musées régionaux. Cette conception du rôle du Musée national est généralement acceptée par les biologistes canadiens. La réalisation d'un tel programme pourrait commencer immédiatement par des pourparlers entre le Musée national et les divers musées provinciaux qui sont en mesure de devenir des centres régionaux rattachés au Musée national. Chaque centre serait dépositaire des spécimens provenant de la région et pourrait servir de relai aux communications avec toutes les succursales du Musée national. De plus, on y centraliserait les services taxonomiques pour la région.

À cet égard, rien ne devrait être négligé pour éliminer tout ce qui fait double emploi dans les organismes fédéraux. Sans beaucoup de réalisme, bien des organismes ont entrepris la réalisation de programmes distincts, tout comme si rien ne se faisait ailleurs sur le plan scientifique. C'est ainsi qu'il existe de fort importantes collections dans plusieurs ministères fédéraux et du matériel disséminé dans diverses universités et institutions un peu partout au Canada. Certains de ces assemblages (dont la magnifique collection d'insectes du ministère fédéral de l'Agriculture) font déjà partie en principe du Musée national. La mise en place d'un Musée national dynamique, et surtout d'un bon service taxonomique, amènerait

<sup>1</sup>C'est ainsi que le Service d'identification océanographique du Canada du Musée national a largement contribué aux programmes d'études océanographiques de notre pays (PBI).

certainement diverses institutions à se départir, de bon gré et sans tarder, des moyens dont elles disposent, et à créer ainsi un organisme national utile et efficace.

Si tout cela se réalise, on pourra laisser mourir de sa belle mort l'idée grandiose d'un «British Museum» canadien, et en réunir les éléments pour une entreprise plus moderne.

*Il importe plus que jamais de créer un sentiment d'appartenance nationale dans le cadre de la science internationale.* Les idées pour le lancement de programmes de recherche ne manquent pas et nul ne devrait refuser à priori de subventionner tel ou tel genre de recherche. Mais nous ne pouvons nous permettre de subventionner des travaux fragmentaires, des répétitions inutiles, menés avec des moyens d'amateur, sans tenir compte de ce qui se fait ailleurs et des critiques des collègues. Pour diverses raisons pourtant, d'origine historique surtout, les biologistes canadiens semblent incapables d'échanger librement des vues et de formuler des critiques permettant d'améliorer la qualité de leurs travaux.

Au risque de paraître pompeux, on peut dire que les biologistes canadiens ont une mission nationale à remplir et qu'ils doivent s'élever au-dessus des querelles et des rivalités opposant les tenants des diverses spécialités et les directions administratives. Il faut établir certains mécanismes pour assurer les échanges de vues; il faut également charger des comités de faire le point, d'évaluer régulièrement les progrès faits dans diverses disciplines ou de chercher la solution de problèmes particuliers. Il y a longtemps que les vues personnelles, comme celles du présent rapport, sont insuffisantes, car elles ne peuvent certainement pas embrasser tous les domaines de la biologie moderne qui présentent quelque importance sur le plan social.

À présent, la biologie canadienne a besoin de mécanismes capables de lui donner une plus grande cohésion et

une plus grande unité de pensée, d'établir des communications internes sans lesquelles elle ne pourra pas servir efficacement la société. Il faut se réjouir de la création toute récente de deux fédérations de biologie, la Fédération canadienne des associations de biologie et le Conseil de biologie du Canada. Elles contribueront largement aux progrès de la biologie, parce qu'elles réuniront les tenants des diverses opinions et qu'elles s'attacheront à l'évaluation constante des besoins et des programmes. Tous les biologistes devraient les appuyer. On aurait dû créer de tels organismes depuis longtemps. Quand il s'agit de recherche fondamentale, on s'entend généralement sur la nécessité d'accorder le plus d'autonomie possible aux scientifiques et aux organismes qui les soutiennent financièrement. Les sociétés savantes auront l'occasion d'affirmer leur dynamisme en assumant le rôle de pilote qu'on attend d'elles.

## Répartition sur le plan administratif

On compte près de 5 800 spécialistes des «sciences de la vie» au Canada (Tableau n° 3). Moins de 10 p. 100 sont au service de l'industrie; les autres se partagent à peu près également entre l'État et les universités. Il y a environ deux fois plus de ces spécialistes au service de l'État fédéral qu'à celui des secteurs provinciaux. Cette répartition des effectifs résulte sans doute de l'évolution des services et reflète peut-être certaines façons de faire typiquement canadiennes. Ainsi que les rapports de plusieurs groupes de travail l'indiquent, l'industrie canadienne, par rapport à celle d'autres pays techniquement avancés, occupe peu de spécialistes. L'activité des scientifiques de l'État est prédominante dans bien des institutions, mais il faudrait que les scientifiques des secteurs provinciaux participent davantage à la réalisation des programmes.

Si l'on examine les tâches que les spécialistes des sciences de la vie ont à

effectuer, on observe une très forte orientation vers les sciences appliquées. Les spécialistes de la biologie fondamentale ne constituent que le neuvième de l'ensemble, soit moins de la moitié des spécialistes agricoles des sciences de la vie, ou l'équivalent des biologistes sylvicoles, halieuticiens ou fauniens. Ces comparaisons, bien entendu, sont trompeuses, car parmi les 5 800 chercheurs en question, un certain nombre sont en réalité des praticiens et non des chercheurs. Entre ces deux termes extrêmes, on trouve toute la gamme d'intermédiaires, tous ces spécialistes pouvant d'ailleurs à un moment donné participer à des travaux de recherche. Il est donc extrêmement difficile de déterminer où ces scientifiques se situent par rapport à la recherche fondamentale. On peut grossièrement calculer que 40 p. 100 des effectifs font de la recherche fondamentale (à peu près tous les biologistes, environ la moitié des biologistes médicaux, et le quart du reste).

Signalons toutefois que les biologistes non médicaux attachés aux universités représentent moins de la moitié du nombre des biologistes au service de l'État. De même, les biologistes qui font partie des facultés des «arts et sciences» ou des facultés des sciences, ne constituent qu'une fraction des effectifs canadiens de spécialistes des sciences de la vie. Les programmes canadiens d'essor de la biologie devront tenir compte de l'orientation surtout appliquée de la biologie dans le passé. Non seulement les chercheurs universitaires ont-ils consacré une grande partie de leur temps aux travaux de biologie appliquée, mais notre pays a consacré beaucoup d'argent à la mise sur pied d'organismes scientifiques relevant de l'État. Les rapports des groupes de travail soulignent fréquemment l'excellence des laboratoires fédéraux. Cette situation était sans doute normale au stade initial, mais à l'avenir elle pourrait nuire aux travaux universitaires, à l'inspiration, à l'originalité et à l'autonomie.

**Tableau n° 3—Nombre de scientifiques des secteurs fédéral, industriel et universitaire effectuant des travaux de recherche en sciences de la vie**

| Secteurs                             | Orientation vers les «sciences de la vie» |                  |                    |                               |                              |                  | Total           |                  |
|--------------------------------------|---|------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------|-----------------|------------------|
|                                      | Biologie Agri-<br>culture                 | Méde-<br>cine    | Fore-<br>sterie    | Aména-<br>gement<br>piscicole | Aména-<br>gement<br>faunique | Divers           |                 |                  |
| <i>industriel (et particuliers):</i> | —   | 184 <sup>1</sup> | 308 <sup>1</sup>   | 42 <sup>1</sup>               | —                            | 7 <sup>2</sup>   | 8 <sup>1</sup>  | 549              |
| <i>Gouvernement:</i>                 |   |                  |                    |                               |                              |                  |                 |                  |
| provincial                           | 44 <sup>1</sup>                           | 167 <sup>1</sup> | (307) <sup>1</sup> | 46 <sup>2</sup>               | 107 <sup>2</sup>             | 117 <sup>2</sup> | —               | 788              |
| fédéral                              |   |                  |                    |                               |                              |                  |                 |                  |
| CNRC                                 | 84 <sup>1</sup>                           | —                | —                  | —                             | —                            | —                | —               | 84               |
| Divers                               | —   | 810 <sup>1</sup> | 117 <sup>1</sup>   | 420 <sup>1</sup>              | 170 <sup>1</sup>             | 92 <sup>1</sup>  | 73 <sup>1</sup> | 1 682            |
| <i>universitaire:</i>                |   |                  |                    |                               |                              |                  |                 |                  |
| Arts et sciences                     | 512 <sup>4</sup>                          | 209 <sup>2</sup> | —                  | 45 <sup>2</sup>               | 27 <sup>2</sup>              | 45 <sup>2</sup>  | 37 <sup>2</sup> | 875 <sup>4</sup> |
| Foresterie                           | —   | —                | —                  | 83 <sup>4</sup>               | —                            | —                | —               | 83               |
| Médecine                             | —   | —                | 1 365 <sup>5</sup> | —                             | —                            | —                | —               | 1 365            |
| Agriculture<br>(y compris méd. vét.) | —   | 346 <sup>2</sup> | —                  | —                             | —                            | —                | —               | 346              |
| Divers                               | —   | —                | —                  | —                             | —                            | —                | 19 <sup>2</sup> | 19               |
| <b>Totaux</b>                        | <b>640</b>                                | <b>1 716</b>     | <b>2 097</b>       | <b>636</b>                    | <b>304</b>                   | <b>261</b>       | <b>137</b>      | <b>5 791</b>     |

<sup>1</sup>Annuaire des établissements de R. & D scientifique au Canada, Min. I. et C., 1969.

<sup>2</sup>Conseil des sciences du Canada. Études spéciales sur l'agriculture, les forêts, la pêche, la faune, l'océanologie.

<sup>3</sup>La recherche médicale au Canada: vue d'ensemble et prévisions. Rapport n° 2 CRM—art dentaire, pharmacie, hygiène publique, certains domaines médicaux connexes.

<sup>4</sup>Nombre de postes (assistants titulaires et au-dessus). Annaires des universités 1969-1970.

<sup>5</sup>Estimation inédite du BRS. Effectifs des gouv. prov., 1969. (DBS 13-526—Hôpitaux).

<sup>6</sup>Min. des Pêches et Forêts; Commission internationale des pêches (comm. pers.).

( ) Chiffre estimé, en équivalent de chercheurs à plein temps.

— Fonctions étrangères à l'orientation vers les «sciences de la vie».

Si nous ne favorisons pas les progrès de la biologie théorique, nous ne ferons que perpétuer notre faiblesse présente. L'état actuel convient sans doute à une période de transition, mais à longue échéance, il faudra certainement accroître la proportion de la recherche universitaire non engagée.

À l'intention des biologistes à qui la présente étude est surtout destinée, il serait utile d'analyser brièvement les demandes d'aide à la recherche en biologie qui sont adressées aux comités d'examen des demandes de subventions du Conseil national de recherches. On trouve tout d'abord un petit groupe de postulants dont la recherche est entièrement ou partiellement non engagée; il s'agit pour la plupart de biologistes des facultés des «arts et sciences», de certains professeurs d'agronomie et de foresterie, et de quelques scientifiques des secteurs fédéral ou provincial, participant à des travaux effectués dans une université.

Des chercheurs de trente-neuf universités canadiennes ont fait des demandes

de subvention de 1966 à 1969. En 1969, 927 postulants sur 1 079 ont obtenu de l'aide. En 1970, les chiffres ont été de 967 et de 1 173 respectivement. Plus de la moitié des demandes (646) provenaient de neuf universités: de Guelph, de la Colombie-Britannique, de Toronto, de l'Alberta, du Manitoba, de la Saskatchewan (Saskatoon), Laval, McGill et MacDonald (McGill). Près des trois quarts (855) provenaient de 17 institutions, les 22 institutions restantes ne fournissant qu'un peu plus du quart des demandes. Quelques universités seulement semblent s'occuper particulièrement de biologie: bien plus, la plupart, commençant à peine à fonctionner, en sont encore au stade des promesses plutôt qu'à celui des réalisations en matière de recherche.

## Le Conseil national de recherches

Le Conseil national de recherches est l'organisme le plus en mesure d'influer sur l'évolution de la biologie fondamentale dans les universités canadiennes.

Ayant pour mandat d'entreprendre des travaux de recherche, de faciliter ou favoriser le travail dans le domaine de la recherche scientifique et industrielle, le Conseil est en mesure d'ouvrir la voie au progrès dans nombre de domaines de la biologie. Nul n'ignore que tout biologiste canadien doit apprendre dès le début de sa carrière « l'art d'obtenir des subventions ». Les directeurs des départements universitaires de biologie savent qu'en obtenant une subvention concertée de développement du Conseil national de recherches, ils ont effectué un grand pas en avant. Le Conseil constitue également la plus importante source de bourses universitaires à divers niveaux; il publie certaines des revues biologiques les plus importantes du pays; il administre la Bibliothèque scientifique nationale. C'est à cette porte que doivent frapper ceux dont les projets brillants ne peuvent se réaliser qu'avec l'appui d'un organisme aux larges vues, bien pourvu en ressources financières et suffisamment indépendant pour les répartir sans trop de contraintes.

Si l'on récapitule ses efforts pour le progrès des sciences au Canada, on s'aperçoit que le Conseil national de recherches a fait du bon travail, particulièrement en réduisant au minimum les formalités administratives et en incitant les scientifiques à participer aux décisions importantes pour l'avenir de leurs propres disciplines.

Les subventions allouées à la biologie représentent environ 23 p. 100 du total consacré aux sciences, et les biologistes représentent environ le quart des postulants; on peut donc s'étonner de ne trouver qu'un seul biologiste parmi les 18 membres du Conseil. Le choix de ces membres doit tenir compte de bien des exigences qu'on ne peut pas toujours concilier parfaitement. Cependant, comme la biologie paraît être la science de l'avenir, qu'elle a beaucoup d'envergure et d'importance sur le plan social, elle devrait, semble-t-il, être mieux représentée. Les biologistes demanderaient

probablement que le quart des membres du Conseil soient biologistes!

À côté de son rôle de première importance pour le soutien des recherches biologiques faites dans les universités, le Conseil poursuit la réalisation de son propre programme de recherche en biologie, qui complète ce qui se fait dans les universités, dans d'autres services de l'État, etc. Ce programme a pour but de frayer la voie dans les domaines riches de possibilités techniques ou importants sur le plan social<sup>1</sup>. C'est là évidemment une mission plus difficile à définir que celle des autres organismes de l'État!

Les deux principales activités du Conseil soit, d'une part, l'encouragement de la recherche universitaire et, de l'autre, la réalisation d'un programme interne de recherches, pourraient l'amener à rendre des décisions fort difficiles. Par exemple: faut-il créer ou renforcer une équipe du CNCR plutôt que de confier les travaux à une université? En pratique, les deux budgets sont établis séparément et il ne semble pas y avoir de véritable difficulté.

Il faut se demander si le Conseil national de recherches doit continuer d'effectuer lui-même divers travaux de recherche en biologie. Plusieurs études du Conseil des sciences analysent soigneusement les programmes de recherche de ministères et d'organismes à vocation spécialisée. On a de très bonnes raisons de confier au moins quelques programmes de recherche fondamentale aux laboratoires de l'État. Tout d'abord, il ne serait peut-être pas facile de confier certains travaux à l'extérieur (une révision des procédures s'impose cependant). Deuxièmement, la présence de

<sup>1</sup>La politique et les méthodes d'action du CNCR sont clairement formulées dans le document intitulé «Aide financière fournie par le Conseil national de recherches du Canada aux universités canadiennes» il s'appuie sur un mémoire communiqué au groupe d'étude sur l'aide à la recherche dans les universités. On trouvera aussi des renseignements sur la politique du Conseil dans le Rapport du Président pour 1968-1969. Les remarques qui suivent doivent être comprises en fonction de ces diverses déclarations sur le rôle du CNCR.

consultants au sein du Conseil même constitue pour celui-ci un excellent moyen d'auto-critique et d'évaluation interne. Troisièmement, on ne peut trouver de solutions à de nombreux problèmes que grâce à des techniques fort délicates à la portée des seuls scientifiques rompus à la recherche pure dans un domaine spécialisé. Enfin, et c'est là l'argument le plus pertinent, toute recherche orientée effectuée par un scientifique de l'État pour la solution de problèmes précis finit toujours par mettre en jeu quelque élément fondamental: c'est là un point que nous avons déjà souligné.

À l'heure actuelle, on ne doit pas donner trop d'ampleur aux programmes internes de recherche biologique effectuée par le CNRC, mais on ne doit certainement pas chercher à les réduire. En fait, peu de biologistes y participent. Indépendamment de la valeur des recherches qu'ils effectuent, ces scientifiques sont en mesure de porter des jugements objectifs sur les questions qu'on leur soumet. Leur opinion est impartiale. Donnons-leur les moyens de travailler à la solution de nos problèmes collectifs et laissons-leur le temps de faire suffisamment de recherche pour se former une opinion techniquement valable, et ils pourront jouer un nouveau rôle qui ne leur demandera qu'une adaptation assez facile.

Le CNRC œuvre de plus en plus comme centre de coordination et de documentation dans le domaine de la pollution: c'est un rôle qui semble parfaitement lui convenir. Dans un chapitre ultérieur, nous proposerons qu'il regroupe les services taxonomiques du Canada. Ces activités favorisent grandement le progrès de la biologie dans son ensemble.

Il est indispensable que les recherches internes du CNRC ne répètent pas les travaux effectués dans d'autres organismes d'État et qu'elles ne portent pas non plus sur des sujets que les universités sont mieux en mesure d'étudier. Le CNRC ne devrait donc entreprendre des travaux de longue haleine

que dans les conditions suivantes: le problème à résoudre n'est de la compétence d'aucun autre service de l'État; il s'agit de régler un problème et non de faire progresser une discipline; des structures spéciales apparaissent indispensables. Les autres organismes fédéraux ne devraient pas non plus créer de nouveaux groupes internes de recherches sans en avoir établi clairement la nécessité.

L'obstacle fondamental auquel on se heurte en voulant adopter une ligne de conduite simple est que souvent les recherches se perdent dans des méandres. Quand les ressources sont limitées, on est tenté de s'intéresser d'abord aux problèmes solubles plutôt qu'aux questions plus difficiles mais particulièrement utiles et importantes. Souvent les chercheurs (qu'ils travaillent pour l'État ou pour une université) se laissent prendre à l'intérêt de certaines recherches; il est donc nécessaire de s'assurer de la pertinence de leurs travaux. Certains chercheurs proposent la continuation ou l'expansion de travaux dont la réalisation constitue en elle-même une preuve de leur nécessité. Les équipes dynamiques trouvent facilement des problèmes pressants dont la solution exige le recrutement d'effectifs plus nombreux, ce qui fera apparaître de nouveaux besoins, qui entraîneront de nouveaux travaux, etc. Pour rompre ce cercle vicieux, il faut parfois trancher dans le vif, ce qui est évidemment pénible. C'est là l'un des problèmes les plus graves auxquels se heurtent constamment les administrateurs des organismes de recherche de l'État.

Il faut éliminer ces difficultés. Le CNRC et les autres organismes de recherche de l'État pourraient peut-être employer plus de chercheurs contractuels ou avoir recours aux services de firmes commerciales de recherche. Supposons qu'il soit dans l'intérêt de la nation d'intensifier pendant un temps limité les recherches fondamentales ou appliquées sur le DDT: le CNRC pourrait soit créer sa propre équipe ou mieux

engager une équipe de chercheurs. On leur offrirait un traitement vraiment intéressant dans le cadre d'un contrat portant sur une période limitée, mettons cinq ans, avec préavis de renouvellement d'un an, mais il ne serait pas question d'avantages sociaux ou autres pouvant engager l'avenir. La possibilité de transfert des droits à la retraite permettrait de réduire les engagements financiers. On pourrait également mettre en adjudication certains travaux de recherche pour intéresser des firmes commerciales ou des groupes de chercheurs.

Grâce à de tels contrats, les organismes d'État pourraient mettre aisément fin aux programmes de recherche à court terme qui se révèlent sans mérite, ou qui ont été effectués ailleurs. Ces contrats permettraient de répondre rapidement aux exigences du moment, de former de nouvelles équipes cohérentes de chercheurs dynamiques au lieu d'avoir à recycler des chercheurs à l'esprit engourdi ou de changer futilement le nom des anciens programmes de recherche. À l'avenir, il faudra s'adapter avec souplesse et rapidité aux besoins nouveaux, et la technique «réactionnaire» des ententes à court terme, avec tous ses risques, constituera peut-être le meilleur moyen à la disposition de l'État pour la réalisation de certains programmes internes de recherches.

Des ententes du même genre pourraient améliorer les relations entre les universités, le CNRC et les autres organismes de l'État. Chaque fois qu'un problème scientifique se pose à l'échelle nationale ou qu'une crise sociale quelconque se produit, les universités s'empressent de rappeler que telle ou telle de leurs activités constitue un élément de première importance pour la résolution du problème ou le dénouement de la crise. Avec beaucoup de sincérité et bien peu de mémoire, elles affirment qu'elles sont tout particulièrement en mesure de «faire les recherches nécessaires sur les importants problèmes posés». Les universités

feraient mieux d'élargir le champ de leurs recherches. Il faudrait donc les mettre à l'abri des tentations en confiant les problèmes nationaux aux organismes d'État et aux équipes qu'ils emploient.

Dans certains cas cependant il serait bon que les équipes travaillant sous contrat accomplissent leurs travaux dans les universités, de façon à utiliser les moyens et les installations disponibles et à prévenir l'isolement intellectuel et l'esprit de clocher qui menacent les équipes isolées.

## Fonctionnement du programme de subventions à la recherche du CNRC

Chaque année, quatre comités de sélection des candidatures aux subventions de biologie du CNRC attribuent environ neuf millions de dollars de subventions à un certain nombre de chercheurs choisis parmi plus de mille candidats (voir au Tableau n° 4 le détail des opérations de 1969 et de 1970).

La méthode d'attribution des subventions est sensiblement la même pour les quatre comités (biologie cellulaire, biologie animale, biologie végétale et biologie des populations). Sept ou huit scientifiques universitaires représentant différentes disciplines et régions du pays analysent plus de 200 demandes en moins de deux jours et demi. On peut dire que chacune des demandes de subvention est examinée en trois minutes en moyenne et six au maximum. Avant la réunion du comité, chacun des membres a disposé d'environ deux semaines pour examiner toutes les demandes; chaque membre doit être le premier à formuler ses vues sur un certain nombre de demandes<sup>1</sup>.

Pareil système exige des membres du comité qu'ils aient examiné attentivement toutes les demandes de subvention

<sup>1</sup>Les comités sont convoqués par le personnel scientifique du CNRC, qui s'occupe du procès-verbal des délibérations et qui s'abstient scrupuleusement d'influer sur le processus de décision.

**Tableau n° 4—Relevé des subventions pour frais de recherche et achat d'équipement valant de 5 000 à 50 000 \$, en mars 1969 et mars 1970**

| Comité de sélection<br>des candidatures<br>aux subventions: | Mars 1969                   |                             |                             |                             | Mars 1970                   |                             |                             |                             |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|   | Frais de recherche          |                             | Achat d'équipement          |                             | Frais de recherche          |                             | Achat d'équipement          |                             |
|   | Demandes                    | Subventions                 | Demandes                    | Subventions                 | Demandes                    | Subventions                 | Demandes                    | Subventions                 |
|   | ×1000\$ (N <sup>bre</sup> ) |
| <b>Biologie:</b>  |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
| animale   | 3 658 (254)                 | 1 816 (238)                 | 700 (52)                    | 192 (16)                    | 4 030 (276)                 | 1 878 (234)                 | 963 (62)                    | 218 (20)                    |
| cellulaire  | 5 020 (304)                 | 2 252 (252)                 | 2 039 (115)                 | 663 (51)                    | 5 436 (345)                 | 2 461 (277)                 | 1 453 (94)                  | 680 (55)                    |
| végétale  | 2 707 (207)                 | 1 509 (176)                 | 642 (43)                    | 141 (12)                    | 2 979 (234)                 | 1 660 (191)                 | 615 (49)                    | 133 (13)                    |
| des populations   | 4 188 (314)                 | 1 920 (261)                 | 452 (35)                    | 185 (15)                    | 4 231 (318)                 | 1 990 (265)                 | 548 (39)                    | 132 (11)                    |
| Psychologie   | 2 240 (238)                 | 1 550 (194)                 | 163 (10)                    | 58 (4)                      | 2 432 (255)                 | 1 683 (211)                 | 290 (18)                    | 12 (2)                      |
| Chimie  | 10 031 (594)                | 5 903 (569)                 | 3 305 (172)                 | 392 (28)                    | 11 152 (644)                | 6 193 (593)                 | 3 408 (177)                 | 275 (12)                    |
| Physique  | 5 844 (406)                 | 3 052 (367)                 | 1 737 (99)                  | 602 (47)                    | 6 633 (436)                 | 3 268 (387)                 | 1 897 (114)                 | 513 (44)                    |
| <b>Génie:</b>   |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |
| chim. et métal.   | 4 212 (278)                 | 2 295 (254)                 | 1 330 (88)                  | 298 (27)                    | 4 532 (294)                 | 2 469 (270)                 | 1 758 (100)                 | 225 (16)                    |
| civil   | 2 165 (176)                 | 1 194 (158)                 | 610 (31)                    | 208 (13)                    | 2 868 (193)                 | 1 317 (170)                 | 742 (40)                    | 173 (15)                    |
| électrique  | 3 638 (252)                 | 2 055 (277)                 | 1 439 (71)                  | 289 (23)                    | 4 545 (270)                 | 2 261 (259)                 | 1 720 (95)                  | 214 (24)                    |
| mécanique   | 3 262 (238)                 | 1 792 (220)                 | 657 (38)                    | 219 (23)                    | 4 046 (279)                 | 2 035 (254)                 | 1 017 (56)                  | 322 (23)                    |
| Sciences de la Terre  | 5 231 (421)                 | 2 889 (397)                 | 1 453 (91)                  | 335 (30)                    | 5 660 (433)                 | 2 902 (403)                 | 1 473 (96)                  | 388 (36)                    |
| Espace et astronomie  | 2 578 (122)                 | 1 397 (114)                 | 681 (34)                    | 173 (15)                    | 2 929 (140)                 | 1 485 (129)                 | 702 (37)                    | 165 (14)                    |
| Mathématiques   | 4 427 (450)                 | 2 009 (433)                 | 6 (1)                       | —                           | 4 922 (533)                 | 2 072 (505)                 | —                           | —                           |
| Informatique et ordinarique                                 | 1 007 (90)                  | 521 (81)                    | 74 (4)                      | 24 (3)                      | 1 878 (134)                 | 776 (113)                   | 183 (11)                    | 21 (2)                      |
| <b>↳ Totaux</b>   | <b>60 209 (4 344)</b>       | <b>32 154 (3 941)</b>       | <b>15 288 (884)</b>         | <b>3 779 (307)</b>          | <b>68 273 (4 784)</b>       | <b>34 450 (4 261)</b>       | <b>16 769 (988)</b>         | <b>3 471 (287)</b>          |

et qu'ils connaissent bien les travaux de recherche qui s'effectuent dans l'ensemble du pays. En dépit de leurs efforts pour être impartiaux, les membres des comités peuvent éprouver de la sympathie pour certains candidats et prendre des décisions passablement arbitraires dans le cas de chercheurs qu'ils connaissent moins bien. On entend assez souvent les plaintes de ceux qui estiment avoir été traités injustement par les comités de sélection.

Il faut d'autre part reconnaître que si tous les candidats étaient satisfaits, on aurait raison de douter de la compétence des administrateurs. De plus, les membres des comités de sélection n'exercent leurs fonctions que pendant trois ans. Chaque nouvelle équipe s'appuie sur des considérations légèrement différentes de celles des équipes précédentes, de sorte que les préférences subjectives tendent à se compenser. Tout bien considéré, le système actuel de distribution des subventions, en dépit de son manque apparent de rigueur, semble assez équitable.

Mais on peut se demander si le système actuel permettra d'accomplir un travail de plus en plus lourd. Au début, deux comités étaient chargés d'attribuer les subventions: le Comité de biologie et le Comité de la région des Prairies. On les remplaça par deux autres, qui se partageaient le secteur universitaire. Plus tard on créa un troisième comité répartissant les subventions de recherches agricoles et forestières. Depuis quelques années, on a adopté un système beaucoup plus logique fondé sur les champs d'activité: c'est celui des comités actuels.

À l'avenir, il faudra peut-être créer un plus grand nombre de comités et adopter des procédures plus strictes pour l'examen des demandes, et aussi créer un comité de direction chargé d'élaborer les politiques de base. Les quatre comités existants font du bon travail, mais le seul biologiste du Conseil a fort à faire pour donner une certaine structure à la recherche biolo-

gique. Il en résulte que l'aide apportée à la biologie dans son ensemble manque de cohésion: en pratique le travail des quatre comités est bien peu coordonné. Il faudrait créer un comité de direction qui comprendrait par exemple les présidents des divers comités de sélection et plusieurs biologistes du Conseil (le comité consultatif en matière de biologie du Conseil national de recherches a déjà joué ce rôle).

D'ici trois, quatre ou cinq ans, quand le travail des comités de sélection aura augmenté, il faudra en dédoubler certains<sup>1</sup> ou les faire siéger plus longtemps. La participation de spécialistes de l'extérieur donnerait encore plus de poids au choix fait par les comités: le CNRC pourrait imiter à cet égard le CRM. Il faudrait adjoindre à titre de conseillers les scientifiques du secteur public compétents en certains domaines<sup>2</sup>.

Enfin, il faudrait renseigner davantage les postulants (surtout ceux qui travaillent dans de petits établissements et qui présentent une première demande) sur la façon dont il convient de présenter un projet de recherche. Bien que tous les postulants reçoivent une excellente brochure explicative, il faudrait qu'ils puissent consulter un représentant du CNRC qui pourrait donner des éclaircissements sur les règles ou sur les mécanismes suivis. Le CNRC pourrait déléguer un de ses spécialistes auprès des postulants universitaires pour les aider à résoudre leurs difficultés.

*Les subventions sont accordées en fonction de la compétence du postulant plutôt qu'en fonction de son projet de recherche. La norme de compétence utilisée ainsi ne peut conduire à la longue qu'à un seul résultat: les «riches» s'enrichiront et les «pauvres»*

<sup>1</sup>Le régime des subventions réparties sur trois ans, en vigueur depuis 1970, permettra un meilleur examen des demandes car, chaque année, on n'aura à étudier que le tiers du nombre actuel de demandes. Il est à souhaiter que cet examen des demandes comprenne une visite de l'établissement où les travaux de recherche doivent être effectués.

<sup>2</sup>De nouveaux règlements permettent maintenant de le faire.

s'appauvriront. C'est ainsi que les subventions accordées aux grandes universités qui disposent déjà de meilleures installations sont plus élevées en moyenne que ne le sont les subventions dont bénéficient les universités de caractère plus modeste et de fondation plus récente (Tableau n° 5). Cette disproportion s'accroît lorsqu'on inclut dans les statistiques les cas où il n'y a pas eu de subvention. Les quinze universités les plus grandes comptent 52 p. 100 des biologistes et reçoivent 60 p. 100 des fonds. Les vingt universités les plus grandes groupent 70 p. 100 des biologistes et reçoivent 80 p. 100 des fonds. Il n'y a là rien d'alarmant: les meilleurs chercheurs veulent travailler dans les meilleures conditions.

S'il fallait rendre plus sévères encore les critères de sélection et évaluer la compétence des candidats selon des normes absolues, deux mesures qui semblent souhaitables, la disproportion s'accroîtrait. Toutefois, il ne faut pas considérer uniquement les répercussions immédiates des subventions. S'il est vrai qu'une forte proportion des postulants ne sont pas des sommités, ils n'en possèdent pas moins beaucoup de compétence. Consacrer des sommes assez limitées aux travaux de recherche d'un certain nombre de ces postulants rapporte peut-être plus que le partage de fortes subventions entre quelques chercheurs seulement. D'autre part, beaucoup de postulants ne pourraient montrer leurs possibilités sans les subventions qui leur permettent d'entreprendre leurs travaux. Mais il serait peu judicieux d'accorder rapidement des fonds à certains chercheurs, même s'ils «promettent» ou de supprimer les fonds à d'autres en cas de baisse temporaire de leur productivité ou de circonstances spéciales. Ce sont là des données pratiques qui compliquent singulièrement les décisions des comités de sélection. Les analyses statistiques des demandes et des subventions ne sont donc que d'une assistance relative.

Pour tenir compte des impondérables,

il vaut mieux se fier au jugement de ceux qui vivent dans le monde de la recherche. En cas d'ignorance, ils accordent le bénéfice du doute au postulant. Il s'agit simplement d'améliorer le processus d'examen.

Quelle solution donner au problème de personnes de compétence fort limitée dont les demandes de subvention sont rejetées par le CNRC, mais qui devraient participer à des recherches à l'avantage de l'enseignement supérieur? Nous pensons que les universités doivent fournir l'aide voulue, dans la mesure même de leurs opinions émises à ce sujet, sans puiser dans les crédits accordés par le CNRC pour frais de recherches.

On ne devrait nullement obliger les comités de sélection à tenir compte des facteurs régionaux, de la nature des travaux ou de leur vocation spécialisée. Il serait peu judicieux de leur imposer un tel fardeau, car les membres de ces comités sont choisis en tant que spécialistes dans leur discipline et non pas en fonction de leur connaissance des besoins du pays. À vrai dire, ils perdraient complètement la confiance de leurs collègues s'ils utilisaient d'autres critères que le mérite.

*L'insuffisance de l'aide accordée aux chercheurs particulièrement brillants* est l'une des faiblesses du programme actuel de subventions. Les rapports de groupes déplorent souvent le manque d'École doctrinale de la recherche en biologie au Canada. Il s'agit peut-être d'un attachement sentimental aux traditions de la science européenne qui, à son apogée, s'appuyait sur un nombre restreint de savants célèbres. Ce système paternaliste n'est plus de mise, car la science progresse si rapidement que bien peu de scientifiques demeurent assez longtemps à l'avant-garde pour s'attacher des disciples pour la vie. Il faut donc disposer d'un système qui permette de reconnaître rapidement l'éminence, et aussi le déclin spirituel. Le CNRC tout particulièrement, mais aussi l'ensemble des organismes subventionnant la recherche, devraient disposer

**Tableau n° 5—Moyenne, pour 1966-1967 à 1969-1970, des subventions de recherche en biologie accordées par le CNRC à ceux qui ont demandé des subventions de recherche proprement dite en 1970-1971, selon chacune des universités.**

| Universités                    | Biologie animale |         |       | Biologie cellulaire |         |        | Biologie végétale |         |        | Biologie des populations |         |       | demandes<br>refusées<br>jusqu'à<br>1969 | montant<br>total,<br>toutes<br>disciplines | nombre<br>total des<br>demandes | moyenne<br>du<br>montant<br>des<br>demandes | Rang |
|--------------------------------|------------------|---------|-------|---------------------|---------|--------|-------------------|---------|--------|--------------------------|---------|-------|---|--|---------------------------------|---|------|
|                                | Nbre             | Total   | Moy.  | Nbre                | Total   | Moy.   | Nbre              | Total   | Moy.   | Nbre                     | Total   | Moy.  |   |  |                                 |   |      |
| Alberta                        | 18               | 114 500 | 6 360 | 22                  | 181 100 | 8 230  | 19                | 108 400 | 5 700  | 20                       | 120 100 | 6 000 | 7                                       | 524 100                                    | 86                              | 6 090                                       | 11   |
| Acadia                         | 1                | 5 500   | 5 500 | —                   | —       | —      | —                 | —       | —      | 4                        | 14 100  | 3 520 | 2                                       | 19 600                                     | 7                               | 2 800                                       |      |
| Bishop's (Lennoxville, P.Q.)   | —                | —       | —     | 2                   | 8 900   | 4 450  | —                 | —       | —      | 1                        | 4 100   | 4 100 | 2                                       | 13 000                                     | 5                               | 2 600                                       |      |
| Colombie-Britannique           | 23               | 197 400 | 8 580 | 27                  | 296 400 | 10 980 | 20                | 129 300 | 6 460  | 29                       | 255 600 | 8 100 | 8                                       | 878 700                                    | 107                             | 8 210                                       | 2    |
| Brock (St. Catharines, Ont.)   | 1                | 5 300   | 5 300 | 4                   | 32 400  | 8 100  | 2                 | 9 100   | 4 550  | —                        | —       | —     | 0                                       | 46 800                                     | 7                               | 6 690                                       | 8    |
| Calgary                        | 7                | 37 100  | 5 300 | 13                  | 78 100  | 6 010  | 3                 | 28 500  | 9 500  | 11                       | 67 600  | 6 140 | 1                                       | 211 300                                    | 35                              | 6 040                                       | 13   |
| Carleton                       | 2                | 12 000  | 6 000 | 6                   | 58 200  | 9 700  | 5                 | 31 400  | 6 280  | 5                        | 20 700  | 4 140 | 1                                       | 122 300                                    | 19                              | 6 440                                       | 9    |
| Dalhousie                      | 2                | 13 500  | 6 750 | 4                   | 21 300  | 5 320  | 2                 | 20 900  | 10 450 | 8                        | 66 400  | 8 300 | 1                                       | 122 100                                    | 17                              | 7 180                                       | 7    |
| Guelph (MO.A.C.)               | 43               | 238 700 | 5 550 | 30                  | 134 800 | 4 490  | 30                | 182 000 | 6 070  | 20                       | 88 700  | 4 430 | 20                                      | 644 200                                    | 143                             | 4 500                                       |      |
| Lakehead (Port-Arthur, Ont.)   | 1                | 3 000   | 3 000 | —                   | —       | —      | 1                 | 4 800   | 4 800  | 1                        | 3 500   | 3 500 | 4                                       | 11 300                                     | 7                               | 1 610                                       |      |
| Laurentienne (N. Bay-Sudbury)  | 2                | 8 600   | 4 300 | —                   | —       | —      | 1                 | 4 000   | 4 000  | 4                        | 11 800  | 2 950 | 0                                       | 24 400                                     | 7                               | 3 490                                       |      |
| Laval                          | 12               | 67 300  | 5 610 | 13                  | 92 000  | 7 080  | 10                | 52 900  | 5 290  | 13                       | 56 500  | 4 340 | 4                                       | 268 700                                    | 52                              | 5 170                                       |      |
| Lethbridge                     | 2                | 6 000   | 3 000 | 1                   | 7 400   | 7 400  | 1                 | 7 000   | 7 000  | —                        | —       | —     | 0                                       | 20 400                                     | 4                               | 5 100                                       |      |
| Macdonald (McGill)             | 14               | 134 200 | 9 590 | 8                   | 85 300  | 10 660 | 7                 | 49 800  | 7 100  | 5                        | 26 900  | 5 380 | 3                                       | 296 200                                    | 37                              | 8 010                                       | 3    |
| McGill                         | 7                | 48 200  | 6 890 | 19                  | 180 700 | 9 510  | 6                 | 38 200  | 6 370  | 13                       | 102 500 | 7 880 | 4                                       | 369 600                                    | 49                              | 7 540                                       | 6    |
| McMaster (Hamilton)            | 3                | 26 200  | 8 730 | 15                  | 149 300 | 9 950  | 1                 | 14 100  | 14 100 | 2                        | 9 000   | 4 500 | 1                                       | 198 600                                    | 22                              | 9 030                                       | 1    |
| Mt. Allison (Sackville, N.-B.) | 1                | 3 300   | 3 300 | 2                   | 12 700  | 6 330  | —                 | —       | —      | —                        | —       | —     | 1                                       | 16 000                                     | 4                               | 4 000                                       |      |
| Manitoba                       | 15               | 92 300  | 6 150 | 21                  | 145 000 | 6 900  | 28                | 203 400 | 7 260  | 15                       | 78 500  | 5 230 | 10                                      | 519 200                                    | 89                              | 5 830                                       | 16   |

Tableau n° 5—(suite)

|                                 |    |         |        |    |         |        |    |        |        |    |         |       |    |         |    |       |    |
|---------------------------------|----|---------|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|---------|-------|----|---------|----|-------|----|
| Nouveau-Brunswick               | 6  | 35 200  | 5 870  | 5  | 21 200  | 4 240  | 1  | 4 400  | 4 400  | 5  | 19 000  | 3 800 | 6  | 79 800  | 23 | 3 470 |    |
| Memorial                        | 3  | 29 100  | 9 700  | 4  | 17 700  | 4 420  | 2  | 7 400  | 3 700  | 15 | 96 800  | 6 450 | 2  | 151 000 | 26 | 5 810 |    |
| Moncton                         | —  | —       | —      | —  | —       | —      | —  | —      | —      | 3  | 10 200  | 3 400 | 3  | 10 200  | 6  | 1 700 |    |
| Montréal                        | 8  | 70 500  | 8 810  | 7  | 71 500  | 10 210 | 4  | 30 000 | 7 500  | 6  | 40 040  | 6 730 | 3  | 212 400 | 28 | 7 590 | 5  |
| Ottawa                          | 2  | 17 200  | 8 600  | 5  | 56 800  | 11 360 | 2  | 11 200 | 5 600  | 4  | 37 000  | 9 250 | 3  | 122 200 | 16 | 7 640 | 4  |
| Queen's (Kingston)              | 6  | 50 900  | 4 420  | 11 | 67 500  | 6 040  | 3  | 25 900 | 8 630  | 6  | 33 200  | 5 570 | 2  | 177 500 | 28 | 6 340 | 10 |
| Saskatchewan (Regina)           | 2  | 8 500   | 4 200  | 4  | 28 900  | 7 220  | 2  | 12 800 | 6 400  | 6  | 27 000  | 4 500 | 1  | 77 200  | 15 | 5 150 |    |
| Saskatchewan (Saskatoon)        | 15 | 101 000 | 6 730  | 9  | 50 400  | 5 600  | 19 | 24 100 | 6 530  | 12 | 69 900  | 5 820 | 9  | 345 400 | 64 | 5 400 |    |
| St. Mary's (Halifax)            | 2  | 8 700   | 4 350  | —  | —       | —      | 1  | 4 500  | 4 500  | —  | —       | —     | 0  | 13 200  | 3  | 4 400 |    |
| Sherbrooke                      | 3  | 23 100  | 7 700  | 2  | 7 700   | 3 850  | —  | —      | —      | 5  | 24 100  | 4 820 | 0  | 54 900  | 10 | 5 490 |    |
| Sir George Williams             | 1  | 5 000   | 5 000  | 2  | 6 900   | 3 450  | 2  | 9 000  | 4 500  | 1  | 6 900   | 6 900 | 3  | 27 800  | 9  | 3 090 |    |
| Simon Fraser                    | 6  | 35 700  | 5 950  | 8  | 47 700  | 5 960  | 3  | 22 800 | 7 600  | 12 | 81 200  | 6 770 | 2  | 187 400 | 31 | 6 050 | 12 |
| St. Francis Xavier (Antigonish) | —  | —       | —      | 1  | 2 500   | 2 500  | 1  | 8 000  | 8 000  | —  | —       | —     | 2  | 10 500  | 4  | 2 620 |    |
| Toronto                         | 19 | 131 900 | 6 940  | 20 | 127 400 | 6 370  | 13 | 86 600 | 6 660  | 32 | 213 100 | 6 660 | 10 | 559 000 | 94 | 5 950 | 15 |
| Trent (Peterborough, Ont.)      | 2  | 20 300  | 10 150 | 2  | 9 100   | 4 550  | 1  | 3 500  | 3 500  | 4  | 18 900  | 4 720 | 1  | 51 800  | 10 | 5 180 |    |
| Victoria                        | 10 | 65 700  | 6 570  | 2  | 6 300   | 3 150  | 2  | 12 900 | 6 450  | 7  | 31 500  | 4 500 | 4  | 116 400 | 25 | 4 660 |    |
| Waterloo                        | 4  | 20 900  | 5 230  | 8  | 38 000  | 4 750  | 2  | 20 200 | 10 100 | 6  | 48 100  | 6 020 | 3  | 127 200 | 23 | 5 530 |    |
| Windsor                         | 1  | 4 300   | 4 300  | 6  | 27 900  | 4 650  | 2  | 12 600 | 6 300  | 2  | 11 900  | 5 650 | 2  | 56 700  | 13 | 4 360 |    |
| Western Ontario (London, Ont.)  | 6  | 32 700  | 5 450  | 7  | 36 300  | 5 180  | 6  | 66 600 | 11 100 | 10 | 56 900  | 5 690 | 3  | 192 500 | 32 | 6 020 | 14 |
| York                            | 4  | 18 800  | 4 700  | 9  | 68 600  | 7 620  | 2  | 7 100  | 3 550  | 1  | 7 300   | 7 300 | 3  | 101 800 | 19 | 5 360 |    |
| Île du Prince-Édouard           | —  | —       | —      | 1  | 3 000   | 3 000  | —  | —      | —      | —  | —       | —     | 0  | 3 000   | 1  | 3 000 |    |

de fonds spéciaux qui leur permettraient d'accorder un appui massif pendant cinq ans aux chercheurs qui présentent des projets de valeur exceptionnelle. Chaque comité de sélection du CNRC pourrait par exemple donner tous les ans à un chercheur l'assurance d'un appui financier pour une période maximum de cinq ans. Il s'agirait, non seulement de lui accorder ce qu'il a demandé, mais bien de l'encourager à demander tout ce qu'il pourrait utiliser à bon escient. Chaque année, quatre chercheurs pourraient donc disposer chacun de montants pouvant atteindre 100 000 dollars. Compte tenu du remplacement d'un groupe de chercheurs tous les cinq ans, la dépense totale ne dépasserait pas deux millions de dollars. Ce montant permettrait à vingt biologistes de premier plan d'atteindre à l'éminence dans leur spécialité.

*Le CNRC devrait de plus faciliter la création d'équipes de chercheurs.* Le CRM le fait déjà. Il y a quelques années, le CNRC accordait des subventions collectives dans ce but parmi d'autres et on pourrait y avoir recours de nouveau. Les comités de sélection du CNRC, connaissant bien les avantages du travail en équipe, pourraient examiner les demandes émanant de groupes; des sous-comités visiteraient les institutions pour discuter sur place ces demandes de subvention.

*Il faut examiner sans retard les modalités d'aide financière aux étudiants diplômés.* Ne disposant que de revenus fixes, les étudiants des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles font face à de graves difficultés financières durant la dernière étape de leur formation professionnelle. Nombre d'entre eux sont mariés et, même avec une bourse du CNRC (3 600 dollars), ils peuvent à peine subsister. Ceux qui ne bénéficient pas de bourses peuvent, à titre d'étudiants, travailler comme assistants de recherche. Ils touchent de la sorte, soit 3 000 dollars provenant des sommes dont le directeur de recherche dispose pour la recherche proprement dite, soit un

salaire de 1 000 dollars pour l'été et un traitement d'assistant d'enseignement pour l'hiver, payé 2 000 ou 2 500 dollars.

Il faut se préoccuper, non seulement de l'insuffisance de ces allocations, mais aussi de la façon dont elles sont accordées. Exception faite de l'importance excessive attachée au rendement des étudiants de troisième année, les bourses sont apparemment accordées avec la plus grande justice. L'étudiant qui bénéficie d'une bourse peut choisir l'institution et le directeur de recherche qui l'intéressent. Celui qui n'a pas de bourse doit au contraire chercher une institution et un directeur en mesure de lui accorder une aide financière. Du point de vue de l'étudiant, cela signifie ou bien qu'il ne peut s'engager dans des travaux du deuxième cycle s'il est incapable de subvenir à ses besoins, ou bien qu'il doit accepter de travailler dans un domaine étranger à ce qui l'intéresse. Les professeurs bénéficiaires de fortes subventions peuvent ainsi faire travailler un plus grand nombre d'étudiants diplômés.

On se demande depuis quelques années si les étudiants diplômés ne devraient pas bénéficier d'une aide distincte de celle qu'ils reçoivent à titre de participants à des travaux de recherche subventionnés; les subventions fédérales pour leur soutien seraient administrées par les universités. Certains professeurs estiment qu'un tel régime assurerait une répartition plus équitable des fonds entre les étudiants dans les différents domaines d'étude et une meilleure répartition des étudiants entre les professeurs. Pour bien diriger les étudiants dans leurs travaux de recherche, disent-ils, il n'est pas nécessaire d'être soi-même un chercheur productif. D'autres scientifiques s'opposent carrément à cette proposition, car ils estiment que les meilleurs chercheurs sont mieux à même d'aider les étudiants diplômés et que les universités ne sauraient assurer la qualité de la recherche si elles étaient

chargées de répartir les fonds aux étudiants<sup>1</sup>.

Un groupe d'étudiants diplômés de l'Université de la Colombie-Britannique a fortement recommandé le versement d'une même somme à tous les «bons» postulants en 1<sup>ère</sup> année du 2<sup>e</sup> cycle, à condition qu'ils enseignent ou qu'ils exercent une fonction quelconque.

Ensuite, on accorderait des bourses renouvelables chaque année à ceux des étudiants qui auraient le mieux réussi la première année du *second cycle universitaire*. Il a également proposé que des représentants des comités d'attribution des subventions déterminent la validité des projets de recherche soumis pour la formation des étudiants du second cycle. Les projets ne convenant pas à cette formation seraient approuvés à la condition expresse que les fonds ne serviraient pas à aider des étudiants.

L'aide aux étudiants diplômés présente une foule d'aspects complexes; on ne dispose à l'heure actuelle que d'une panoplie de moyens de fortune. Les méthodes varient d'une université à l'autre, et même d'une faculté à l'autre. Il faudrait convoquer une réunion où seraient représentés les étudiants diplômés de tout le pays afin d'étudier la question et de proposer les réformes nécessaires.

Depuis des années, l'on discute dans tout le Canada de ces problèmes des subventions du CNRC et de la façon dont elles sont attribuées. Il importe de bien comprendre que si l'unique mission du CNRC est de promouvoir l'excellence, il va falloir réduire le nombre de subventions, en relever le montant, et les accorder surtout aux chercheurs déjà groupés dans les grandes institutions. Il faudrait

décider auparavant si c'est bien cela qu'on veut. D'aucuns soutiennent que le CNRC devrait poursuivre cet idéal de qualité dans les grands centres mais, jusqu'à un certain point, subventionner les chercheurs médiocres ailleurs, dans l'espoir qu'ils amélioreraient leurs performances. Malheureusement on pourrait n'obtenir que des chercheurs gras et nonchalants.

*Le CNRC dispose d'un autre mécanisme important d'aide à la recherche*: les subventions concertées qui, mieux que les subventions ordinaires, lui permettent d'aider une institution à acquérir la compétence voulue grâce à un appui financier substantiel pendant quelques années. C'est la meilleure façon de donner à une institution relativement peu importante la possibilité de se hisser rapidement aux premiers rangs dans un domaine précis. D'autre part, on peut soutenir également que les montants consacrés à la recherche seront utilisés plus efficacement s'ils servent à renforcer des moyens de recherche déjà existants et non à créer de toutes pièces de nouveaux centres. Compte tenu de la concurrence des autres pays en matière de recherche, cet argument a beaucoup de force et justifie certainement le versement de certaines subventions aux institutions déjà reconnues. Si l'on se place du point de vue du développement harmonieux de l'ensemble de nos universités, il faudrait pourtant s'intéresser avant tout aux petites institutions. Du point de vue administratif, rien n'est plus réconfortant que de traiter avec des néophytes qui, dans leur enthousiasme et leur candeur, ne savent pas encore que certaines choses sont «impossibles». C'est précisément le rôle des petites institutions d'apporter ce renouveau. Les grandes institutions peuvent compter sur leurs réalisations passées et sur leurs installations pour attirer des scientifiques très qualifiés. Les nouvelles universités ont besoin de beaucoup d'aide pour parvenir au même niveau.

En résumé il y aurait donc lieu de concentrer les subventions concertées en deux secteurs principaux: les institu-

<sup>1</sup>Cette question est examinée dans l'Étude spéciale n° 7 du Conseil des sciences, intitulée « Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes ». On y affirme qu'on a tendance à approuver des programmes de recherche de valeur douteuse pour venir en aide aux étudiants et on préconise l'abandon du système. Si tel est le cas, il faut s'en prendre bien plus aux mécanismes de sélection des programmes qu'à l'utilisation de ces programmes pour venir en aide aux étudiants!

tions bien établies et les nouvelles institutions. Les subventions qui se situeraient entre ces deux pôles seraient des subventions sans but précis et risqueraient fort d'entretenir la médiocrité existante.

Jusqu'à aujourd'hui, sept subventions concertées ont été accordées pour les travaux de biologie des universités suivantes: Simon Fraser (étude des parasites), de Calgary (science de l'environnement), du Manitoba (génétique du blé), de Montréal (biologie moléculaire), Laval (nutrition) et de Guelph (migration et comportement). Dans l'attribution de ces subventions, on a visiblement tenu compte de l'importance immédiate des projets, de leur valeur sur le plan national et des besoins régionaux.

## Autres sources de subventions

Les politiques et les réalisations du CNRC en matière de subventions ne constituent qu'un élément de la panoplie fort complexe de l'aide à la recherche. Pour

leurs frais de laboratoire, les biologistes peuvent obtenir des subventions du CRM et de divers organismes d'État qui ont compétence en matière de ressources naturelles (Office des recherches sur les pêcheries, ministère de l'Agriculture, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Service canadien de la faune, etc.).

Fait remarquable, les postulants aux subventions du CNRC ont bénéficié en 1969 de près de quatre millions de dollars de subventions provenant d'autres organismes, c'est-à-dire de près de 45 p. 100 de ce qu'ils ont obtenu du CNRC. La répartition de ces fonds parmi les universités a été fort différente de la répartition des subventions du CNRC (Tableau n° 6, p. 50); sept seulement des universités en tête de la liste du CNRC ont figuré parmi les quinze premières sur la liste des subventions d'autres sources. Le Tableau n° 7 classe les universités d'après l'importance des subventions totales (CNRC et autres organismes).

**Tableau n° 7—Subventions moyennes attribuées à chaque bénéficiaire par le Conseil national de recherches et par d'autres sources. Sont retenues les 15 universités recevant les plus fortes subventions par bénéficiaire.**

| Université               | CNRC<br>subvention<br>moyenne par<br>bénéficiaire |      | Autres fonds<br>pour le bénéficiaire<br>d'une subvention<br>du CNRC |      | Total des<br>subventions<br>du CNRC<br>et d'autres sources |      |
|--------------------------|---|------|---|------|--|------|
|                          | dollars   | rang | dollars   | rang | dollars  | rang |
| McMaster                 | 9 030   | 1    | 3 710   | 8    | 12 740   | 3    |
| Colombie-Britannique     | 8 210   | 2    | 4 520   | 5    | 12 730   | 4    |
| Macdonald (at McGill)    | 8 010   | 3    | 7 640   | 1    | 15 650   | 1    |
| Ottawa                   | 7 640   | 4    | 1 880   | —    | 9 520  | 10   |
| Montréal                 | 7 590   | 5    | 5 230   | 3    | 12 820   | 2    |
| McGill                   | 7 540   | 6    | 1 490   | —    | 9 030  | 14   |
| Dalhousie                | 7 180   | 7    | 1 880   | —    | 9 060  | 13   |
| Brock                    | 6 690   | 8    | 0   | —    | 6 690  | —    |
| Carleton                 | 6 440   | 9    | 330   | —    | 6 770  | —    |
| Queen's                  | 6 340   | 10   | 4 640   | 4    | 10 980   | 6    |
| Alberta                  | 6 090   | 11   | 3 690   | 10   | 9 780  | 8    |
| Simon Fraser             | 6 050   | 12   | 1 500   | —    | 7 550  | —    |
| Calgary                  | 6 040   | 13   | 2 130   | —    | 8 170  | —    |
| Western Ontario          | 6 020   | 14   | 2 100   | —    | 8 120  | —    |
| Toronto                  | 5 950   | 15   | 3 560   | 11   | 9 510  | 11   |
| Laval                    | 5 170   | —    | 7 010   | 2    | 12 180   | 5    |
| York                     | 5 360   | —    | 4 320   | 6    | 9 680  | 9    |
| Manitoba                 | 5 830   | —    | 4 200   | 7    | 10 030   | 7    |
| Waterloo                 | 5 530   | —    | 3 710   | 9    | 9 240  | 12   |
| St. Mary's               | 4 400   | —    | 3 550   | 12   | 7 950  | —    |
| Saskatchewan (Saskatoon) | 5 400   | —    | 3 050   | 13   | 8 450  | 15   |
| Guelph                   | 4 500   | —    | 2 870   | 14   | 7 370  | —    |
| Victoria                 | 4 660   | —    | 2 190   | 15   | 6 850  | —    |

Il semble que d'actifs mécanismes de compensation servent à atténuer les disparités créées par les subventions du CNRC. À vrai dire, ces mécanismes modifient bien plus l'ordre de préférence des institutions bien connues qu'ils n'améliorent le sort des universités de moindre importance ou de création récente. Parmi ces subventions, citons les sommes substantielles versées par le ministère fédéral de l'Agriculture aux travaux portant sur les sciences agricoles, et celles que l'Office des recherches sur les pêcheries alloue aux travaux qui l'intéressent. Aux sommes versées aux chercheurs en biologie cellulaire par le Conseil national de recherches s'ajoutent souvent d'autres provenant de l'Institut national du cancer et du Conseil de la recherche médicale (ou, si l'on préfère, c'est la subvention du CNRC qui vient s'ajouter aux deux autres). D'une façon générale, le système d'assistance à la recherche tend à assurer à la fois l'exécution de travaux de recherche appliquée dans les universités et une aide spéciale aux nouveaux centres et aux nouveaux chercheurs.

Il serait rassurant de savoir que le régime actuel possède «des mécanismes automatiques de compensation et de régulation» tout en étant propice à une «saine diversité». Ces clichés comportent une certaine part de vérité, mais ils n'en cachent pas moins une foule d'irrégularités et ne peuvent faire oublier que chaque biologiste canadien doit tenir à jour la liste des portes où il lui faudra peut-être frapper. Heureusement, dans la pratique, les organismes fédéraux subventionnant la recherche travaillent de plus en plus en étroite liaison. On a dans l'ensemble éliminé le chevauchement des subventions du CNRC et du CRM. Les communications entre le CNRC, le CRM et le Conseil des sciences du Canada (Comité de coordination des trois Conseils) semblent bonnes et devront l'être encore quand il s'agira d'attribuer des subventions aux spécialistes en sciences sociales, qui sont de plus en plus nombreux et dont les

travaux s'appuient sur plusieurs disciplines. Les relations avec le ministère fédéral de l'Agriculture et avec l'Office des recherches sur les pêcheries semblent bonnes également; mais à en juger par l'insuffisance des renseignements fournis au CNRC par les postulants, il faudrait beaucoup améliorer les méthodes administratives.

Un spécialiste en sciences agricoles peut fort bien découvrir que, par la façon dont il est rédigé, son projet de recherche intéresse à la fois le ministère fédéral de l'Agriculture et le CNRC, ou aucun des deux. Il conviendrait dans de tels cas que les comités d'attribution des subventions de ces deux organismes travaillent de concert. Il devrait en être de même de l'Office des recherches sur les pêcheries qui accorde de l'aide aux biologistes halieuticiens\*, au moyen des subventions concertées. Généralement, les facultés répartissent ensuite ces subventions selon un processus qui ressemble à celui qu'emploie le CNRC. De nombreux autres organismes fonctionnent d'une façon analogue. Comme il y a plus de quarante sources de subventions à l'intérieur du seul secteur fédéral, il est urgent de mettre de l'ordre dans le système, d'autant plus que la plupart des spécialistes songent à se lancer dans des travaux pluridisciplinaires.

Considérées globalement, les données du Tableau n° 6 indiquent clairement qu'en dépit de la coordination au sommet, une certaine confusion continue de régner à la base. À supposer que la répartition actuelle des subventions soit satisfaisante, il serait plus rassurant que l'équilibre soit atteint de façon rationnelle.

Outre le chevauchement des subventions, un autre problème se pose, celui de la disparité des évaluations par les organismes, face à des projets à peu près identiques. Même s'il est difficile de distinguer entre les erreurs réelles d'évaluation et l'inégalité qui résulte du jeu de facteurs extrêmement com-

\*s'occupant des pêches

**Tableau n° 6—Moyenne pour 1966-1967 à 1969-1970, des subventions de recherche en biologie provenant d'autres sources que le CNRC, accordées aux candidats du CNRC en 1970-1971, selon chacune des universités.**

| Universités          | Biologie animale                  |   |                       | Biologie cellulaire               |   |                       | Biologie végétale                 |   |                       | Biologie des populations          |   |                       | Total toutes disciplines | N <sup>bre</sup> de demandes au CNRC | Moyenne par candidat du CNRC du montant de la subvention extérieure | Rang |
|----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|------|
|                      | N <sup>bre</sup> de bénéficiaires | N <sup>bre</sup> de subventions accordées | Montant total accordé | N <sup>bre</sup> de bénéficiaires | N <sup>bre</sup> de subventions accordées | Montant total accordé | N <sup>bre</sup> de bénéficiaires | N <sup>bre</sup> de subventions accordées | Montant total accordé | N <sup>bre</sup> de bénéficiaires | N <sup>bre</sup> de subventions accordées | Montant total accordé |                          |                                      |   |      |
| Alberta              | 14                                | 25  | 155 150               | 7                                 | 10  | 34 580                | 11                                | 19  | 80 745                | 10                                | 15  | 47 056                | 317 531                  | 86                                   | 3 690   | 10   |
| Acadia               |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 3                                 | 5   | 11 150                | 11 150                   | 7                                    | 1 590   |      |
| Bishop's             |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 1                                 | 3   | 3 025                 | 3 025                    | 7                                    | 430   |      |
| Colombie-Britannique | 15                                | 23  | 150 850               | 13                                | 17  | 99 400                | 22                                | 33  | 115 050               | 19                                | 26  | 118 300               | 483 600                  | 107                                  | 4 520   | 5    |
| Brock                |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                          | 7                                    | 0   |      |
| Calgary              |                                   |   |                       | 3                                 | 3   | 32 590                | 2                                 | 4   | 24 130                | 3                                 | 4   | 17 750                | 74 470                   | 35                                   | 2 130   |      |
| Carleton             | 1                                 | 1   | 1 550                 |                                   |   |                       | 1                                 | 1   | 1 550                 | 2                                 | 2   | 3 100                 | 6 200                    | 19                                   | 330   |      |
| Dalhousie            | 1                                 | 2   | 6 000                 | 2                                 | 2   | 2 900                 |                                   |   |                       | 2                                 | 4   | 23 000                | 31 900                   | 17                                   | 1 880   |      |
| Guelph               | 25                                | 40  | 151 010               | 19                                | 25  | 123 788               | 24                                | 32  | 88 850                | 14                                | 15  | 47 200                | 410 848                  | 143                                  | 2 870   | 14   |
| Lakehead             |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 3                                 | 5   | 7 170                 | 7 170                    | 7                                    | 1 020   |      |
| Laurentienne         | 1                                 | 2   | 6 000                 |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 1                                 | 1   | 7 550                 | 7 550                    | 7                                    | 1 080   |      |
| Laval                | 7                                 | 14  | 79 750                | 6                                 | 10  | 74 000                | 4                                 | 4   | 16 700                | 5                                 | 8   | 194 000               | 364 450                  | 52                                   | 7 010   | 2    |
| Lethbridge           | 1                                 | 2   | 1 600                 | 1                                 | 1   | 3 000                 | 1                                 | 1   | 4 000                 |                                   |   |                       | 8 600                    | 4                                    | 2 150   |      |
| Macdonald            | 11                                | 25  | 125 140               | 6                                 | 10  | 59 100                | 6                                 | 12  | 52 800                | 2                                 | 9   | 45 750                | 282 790                  | 37                                   | 7 640   | 1    |
| McGill               | 2                                 | 2   | 13 500                | 4                                 | 5   | 49 370                |                                   |   |                       | 1                                 | 1   | 10 000                | 72 870                   | 49                                   | 1 490   |      |
| McMaster             | 2                                 | 4   | 15 500                | 7                                 | 7   | 66 165                |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 81 665                   | 22                                   | 3 710   | 9    |
| Mount Allison        | 1                                 | 1   | 1 000                 | 1                                 | 1   | 4 000                 |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 5 000                    | 4                                    | 1 250   |      |
| Manitoba             | 8                                 | 13  | 57 905                | 11                                | 18  | 87 600                | 13                                | 27  | 128 859               | 13                                | 18  | 99 024                | 373 388                  | 89                                   | 4 200   | 7    |
| Nouveau-Brunswick    |                                   |   |                       | 1                                 | 1   | 4 000                 |                                   |   |                       | 3                                 | 3   | 10 450                | 14 450                   | 23                                   | 630   |      |
| Memorial             |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 4                                 | 8   | 35 250                | 35 250                   | 26                                   | 1 360   |      |
| Moncton              |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                                   |   | 1                     | 1                                 | 4 000                                     |                       | 4 000                    | 6                                    | 670   |      |
| Montreal             | 3                                 | 6   | 61 283                | 4                                 | 4   | 68 200                |                                   |   |                       | 1                                 | 2   | 17 000                | 146 483                  | 28                                   | 5 230   | 3    |
| Ottawa               |                                   |   |                       | 1                                 | 1   | 17 000                |                                   |   | 1                     | 2                                 | 13 000                                    |                       | 30 000                   | 16                                   | 1 880   |      |
| Queen's              | 4                                 | 12  | 42 870                | 7                                 | 14  | 77 916                |                                   |   |                       | 3                                 | 4   | 9 200                 | 129 986                  | 28                                   | 4 610   | 4    |

Tableau n° 6 — (suite)

| Universités           | Biologie animale                  |   |                       | Biologie cellulaire               |   |                       | Biologie végétale                 |   |                       | Biologie des populations          |   |                       | Total toutes disciplines | N <sup>bre</sup> de demandes au CNRC | Moyenne par candidat du CNRC du montant de la subvention extérieure | Rang |
|-----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|------|
|                       | N <sup>bre</sup> de bénéficiaires | N <sup>bre</sup> de subventions accordées | Montant total accordé | N <sup>bre</sup> de bénéficiaires | N <sup>bre</sup> de subventions accordées | Montant total accordé | N <sup>bre</sup> de bénéficiaires | N <sup>bre</sup> de subventions accordées | Montant total accordé | N <sup>bre</sup> de bénéficiaires | N <sup>bre</sup> de subventions accordées | Montant total accordé |                          |                                      |   |      |
| Saskatchewan (R)      | 1                                 | 1   | 2 500                 | 1                                 | 1   | 1 400                 | 1                                 | 1   | 2 600                 | 3                                 | 3   | 6 625                 | 13 125                   | 15                                   | 880   |      |
| Saskatchewan (S)      | 9                                 | 16  | 69 075                | 4                                 | 5   | 30 100                | 12                                | 17  | 64 630                | 7                                 | 12  | 31 225                | 195 030                  | 64                                   | 3 050   | 13   |
| St. Mary's            | 2                                 | 2   | 8 000                 |                                   |   |                       | 1                                 | 1   | 2 650                 |                                   |   |                       | 10 650                   | 3                                    | 3 550   | 12   |
| Sherbrooke            | 1                                 | 4   | 14 275                |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 14 275                   | 10                                   | 1 430   |      |
| Sir George Williams   |                                   |   |                       | 1                                 | 1   | 1 000                 |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 1 000                    | 9                                    | 110   |      |
| Simon Fraser          | 2                                 | 2   | 4 300                 | 2                                 | 2   | 8 650                 | 1                                 | 1   | 9 667                 | 6                                 | 6   | 23 850                | 46 467                   | 31                                   | 1 500   |      |
| St. Francis Xavier    |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 1                                 | 1   | 825                   |                                   |   |                       | 825                      | 4                                    | 210   |      |
| Toronto               | 9                                 | 10  | 26 830                | 13                                | 18  | 82 450                | 6                                 | 7   | 14 890                | 16                                | 24  | 210 703               | 334 873                  | 94                                   | 3 560   | 11   |
| Trent                 |                                   |   |                       | 2                                 | 3   | 10 900                | 1                                 | 1   | 1 000                 | 3                                 | 4   | 4 550                 | 16 450                   | 10                                   | 1 640   |      |
| Victoria              | 7                                 | 8   | 22 100                | 3                                 | 3   | 18 500                | 2                                 | 3   | 4 315                 | 5                                 | 5   | 9 800                 | 54 715                   | 25                                   | 2 190   | 15   |
| Waterloo              | 2                                 | 4   | 5 800                 | 5                                 | 8   | 19 250                |                                   |   |                       | 7                                 | 9   | 60 350                | 85 400                   | 23                                   | 3 710   | 8    |
| Windwor               | 1                                 | 1   | 1 550                 | 1                                 | 1   | 1 550                 |                                   |   |                       |                                   |   |                       | 3 100                    | 13                                   | 240   |      |
| Western Ontario       |                                   |   |                       | 4                                 | 7   | 34 500                | 2                                 | 2   | 3 100                 | 5                                 | 10  | 29 650                | 67 250                   | 32                                   | 2 100   |      |
| York                  |                                   |   |                       | 6                                 | 7   | 73 700                | 1                                 | 1   | 3 200                 | 1                                 | 1   | 5 200                 | 82 100                   | 19                                   | 4 320   | 6    |
| Île du Prince-Édouard |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                                   |   |                       |                          | 1                                    | 0   |      |
| <b>Totaux</b>         |                                   |   | <b>1 049 538</b>      |                                   |   | <b>1 097 109</b>      |                                   |   | <b>636 561</b>        |                                   |   | <b>1 084 928</b>      | <b>3 868 136</b>         |                                      | <b>3 280</b>  |      |

plexes, telles la compétence des chercheurs et les possibilités réelles d'action, il faut trouver une solution.

Il est souvent question à ce sujet de l'écart « CRM-CNRC »; il convient d'en parler, car il semble que pour le même projet le postulant obtienne une plus forte subvention du CRM que du CNRC. Il ne fait aucun doute que le CRM s'inspire d'une politique différente de celle du CNRC. Le CRM, depuis de nombreuses années, refuse une plus forte proportion de demandes (environ 20 p. 100 dans le cas des subventions pour dépenses courantes et environ 30 p. 100 dans le cas des subventions de soutien). Le CRM accorde beaucoup plus fréquemment les sommes demandées (à peu près 40 p. 100 des demandes), bien que le rapport global entre les demandes et les crédits soit à peu près le même pour le CNRC et le CRM. La subvention moyenne du CRM par bénéficiaire est passablement plus élevée (Tableau n° 8). Il faut tenir compte de ce que les bénéficiaires de

subventions du CNRC touchent d'autres sources un supplément d'environ 45 p. 100. Dans le cas du CRM, cet apport n'était que d'environ 30 ou 40 p. 100 jusqu'à tout récemment, car à l'heure qu'il est, ces suppléments s'équivalent.

Il est difficile de comparer de façon précise le destin des demandes de subventions au CNRC et au CRM, car les principes de sélection et les mécanismes d'attribution sont différents. On peut toutefois résumer la situation de la façon suivante: comparativement au CNRC, le CRM accorde en moyenne de plus fortes subventions en vue de dépenses courantes à une plus faible proportion des postulants.

On peut apporter de nombreux arguments pour défendre un tel état de choses: les chercheurs qualifiés du domaine médical disposent de plus de temps pour la recherche que leurs homologues des arts et des sciences; ils ont besoin d'appareils beaucoup plus compliqués; ils ont à faire face à la

**Tableau n° 8—Montants des demandes et des subventions pour dépenses courantes du Conseil des recherches médicales et du Conseil national de recherches en 1968-1969.**

|  | CRM                      |    | Total CNRC   |    | Biologie   |    |
|--|--------------------------|----|--------------|----|------------|----|
|  | Nbre                     | %  | Nbre         | %  | Nbre       | %  |
| 1\$ - 2 000\$                                  | 43                       | 4  | 319          | 8  | 36         | 4  |
| 2 001 - 4 000                                  | 73                       | 6  | 875          | 22 | 223        | 23 |
| 4 001 - 6 000                                  | 111                      | 9  | 892          | 22 | 248        | 25 |
| 6 001 - 8 000                                  | 169                      | 14 | 689          | 17 | 179        | 18 |
| 8 001 - 10 000                                 | 180                      | 15 | 432          | 11 | 112        | 11 |
| 10 001 - 12 000                                | 133                      | 11 | 249          | 6  | 54         | 5  |
| 12 001 - 14 000                                | 79                       | 7  | 154          | 4  | 35         | 4  |
| 14 001 - 16 000                                | 101                      | 8  | 115          | 3  | 30         | 3  |
| 16 001 - 18 000                                | 69                       | 6  | 81           | 2  | 15         | 2  |
| 18 001 - 20 000                                | 59                       | 5  | 84           | 2  | 20         | 2  |
| 20 001 - 25 000                                | 66                       | 6  | 87           | 2  | 19         | 2  |
| 25 001 - 30 000                                | 46                       | 4  | 35           | 1  | 5          | 1  |
| 30 001 - 35 000                                | 24                       | 2  | 18           | 1  | 5          | 1  |
| 35 001 - 40 000                                | 14                       | 1  | 9            | 1  | 1          | 1  |
| 40 001 et plus                                 | 37                       | 3  | 19           |    | 1          | 1  |
| <b>Totaux</b>                                  | <b>1 204<sup>1</sup></b> |    | <b>4 058</b> |    | <b>983</b> |    |
| Nombre total de demandes*                      | 1 610                    |    | 4 266        |    | 1 072      |    |
| Totaux des subventions pour dépenses courantes | 16 619 363               |    | 31 054 000   |    | 7 416 581  |    |
| Demande moyenne par postulant                  | 10 323                   |    | 7 348        |    | 6 918      |    |
| Subvention moyenne par bénéficiaire            | 13 803                   |    | 7 653        |    | 7 545      |    |

<sup>1</sup>Y compris 370 subventions automatiquement renouvelées.

\*Nouvelles demandes et renouvellements.

Sources: CRM—communication personnelle; CNRC—Bureau d'aide à la recherche dans les universités—communication personnelle.

concurrence d'autres pays où la recherche médicale bénéficie d'une aide financière considérable, ce qui oblige le Canada à suivre le mouvement, etc. Au fond, la raison véritable, c'est que notre société a beaucoup de respect et d'admiration pour la recherche médicale bien faite, et que les contribuables voient d'un bon œil l'aide accordée aux chercheurs particulièrement compétents dans le monde médical. Chacun sent que ces dépenses peuvent avoir une importance directe pour sa santé.

Quelques conclusions se dégagent de ces remarques. Tout d'abord, au lieu de simplement protester contre cette disparité, les chercheurs qui travaillent dans des domaines apparentés à la médecine et qui présentent des demandes de subventions au CNRC devraient demander que la sélection se fasse selon des normes plus pratiques. Ils devraient insister aussi pour que les candidats brillants, doués pour la recherche, reçoivent une aide financière aussi élevée que celle que le CRM accorde à des chercheurs comparables. D'autre part, les universités elles-mêmes devraient travailler activement à la suppression des inégalités internes, tant celles qui jouent en faveur de la médecine que les autres, par une révision des charges et des tâches permettant d'offrir aux meilleurs spécialistes en sciences pures toutes possibilités d'exercer leurs talents.

### Trois objectifs: équilibre, excellence, rôle international

La politique d'ensemble du Canada en matière de science doit avoir pour objectif à la fois la diversité et le progrès, l'excellence qui mettra le Canada au premier rang dans certains domaines, et un rôle international qui reflète l'envergure de nos intérêts. Depuis vingt ans, ces objectifs ont fait l'objet de nombreuses études; certaines des plus récentes augurent bien et laissent entrevoir des réalisations nouvelles.

Il convient d'ajouter quelques remarques. Pour obtenir au moins un sem-

blant d'équilibre, il faudrait établir, dans le secteur des sciences, des structures suffisamment variées pour reconnaître les «besoins» sous tous leurs aspects. À l'heure actuelle, par exemple, les offices fédéraux sont des organismes administratifs semi-autonomes dont les programmes de recherche scientifique se chevauchent, ce qui est parfois considéré comme un mal nécessaire. Dans les universités canadiennes, diverses facultés et départements s'engagent souvent dans les mêmes travaux en même temps. Les conseils universitaires doivent alors délimiter les domaines de compétence de chacun. Enfin, par le biais des subventions, certains secteurs orientent les activités universitaires de façon à former les recrues qu'il leur faut, et à faire naître les centres de recherche dont, selon eux, la nation a besoin. Le rapport de J.B. Macdonald sur le soutien du gouvernement fédéral à la recherche universitaire se prononce sans ambages en faveur de l'existence de plusieurs sources fédérales d'aide à la recherche.

Un tel système assure un certain équilibre, mais il conduit à l'éparpillement des efforts et à l'incertitude au sujet des mesures à prendre. Un office fédéral peut décider de confier telle activité de recherche à une université, et un autre, d'effectuer les mêmes travaux dans ses laboratoires. De plus, comme les universités doivent s'occuper par priorité de l'enseignement, et comme les offices fédéraux cherchent à résoudre des problèmes immédiats, les uns et les autres tendent à considérer la recherche en biologie fondamentale comme un élément accessoire et n'en font pas le sujet constant de leurs préoccupations. C'est pourquoi on a rarement entrepris des efforts concertés à l'échelle nationale pour faire avancer une certaine discipline ou pour résoudre des problèmes scientifiques précis. Pour obtenir un équilibre dans la diversité, on risque de ne pas faire les progrès nécessaires dans certaines disciplines, au désavantage de notre pays.

On pourrait parer à ce problème en ajoutant un nouvel élément au régime actuel de subvention : des subventions visant à éliminer les grandes lacunes de la science canadienne. Les nouvelles subventions de recherche du CNRC, dites «de rattrapage» (strategic development grants) qui visent à stimuler certaines activités insuffisantes, semblent répondre en partie au besoin que nous signalons. Le CNRC pourrait donc adopter une politique plus dynamique et plus audacieuse que par le passé. Le régime de subventions cesserait de se plier à la situation existante et orienterait l'évolution de cette dernière. Cette proposition suscite une vive opposition chez nombre de biologistes craignant que l'État ne porte ainsi atteinte à la liberté de l'enseignement. Pourtant, que se passe-t-il présentement? En tant que participants aux décisions du CNRC et des autres organismes qui attribuent des subventions, nombre de scientifiques universitaires sont en mesure d'aider à la préparation de demandes bien étudiées et de les présenter au moment propice, obtenant ainsi de fortes subventions pour la réalisation de certains projets. Cette activité, loin d'être répréhensible et de constituer du favoritisme comme certains esprits soupçonneux l'imaginent, devrait être encouragée et systématisée. Le CNRC a toujours cherché à accroître la participation de scientifiques de l'extérieur et à obtenir leur avis : sa réputation d'objectivité et d'impartialité n'est plus à faire. C'est en favorisant la discussion et en élargissant la participation des intéressés au stade des décisions fondamentales en matière de subventions que le CNRC continuera à la fois à servir la cause de la science et à assurer une saine administration. Il faut donc favoriser la création de nombreux comités consultatifs qui auraient pour fonction de conseiller le CNRC pour l'attribution des subventions «de rattrapage». Le personnel de ces comités serait assez fréquemment renouvelé. Ces derniers travailleraient en étroite collaboration

avec les autres organismes subventionnaires fédéraux.

Pour pallier certains inconvénients de la multiplicité des sources de subventions, il faudrait lutter énergiquement contre le cloisonnement des domaines de recherche, qui cause la répétition des mêmes recherches et leur médiocrité. Il importe de résoudre les problèmes et non d'établir des structures administratives inutilement compliquées. Les institutions existantes empiètent les unes sur les autres, mais elles se prêteraient à un nouvel agencement. Dans les universités, le climat est propice autant à la recherche fondamentale qu'à la recherche appliquée : il faudrait toutefois faire en sorte qu'on puisse y entreprendre la réalisation de programmes de plus grande envergure et de plus longue portée. Les chercheurs de l'État ont généralement l'occasion de participer à la réalisation de tels programmes, mais généralement l'ambiance qui entoure la recherche fondamentale dans le secteur public, surtout au niveau provincial mais aussi à l'échelon fédéral, est tatillonne, et les chercheurs craignent d'outrepasser des limitations imaginaires de leur mandat. Plus les équipes universitaires et celles de l'État bénéficieront des avantages de l'un et l'autre groupe, mieux elles fonctionneront. Le jour viendra peut-être où les partisans de la recherche fondamentale et ceux de la recherche appliquée comprendront qu'ils ont plus de choses en commun que de sujets de division, et apprendront à collaborer.

Il faudrait trouver des dispositions administratives favorisant la souplesse d'action des établissements de recherche. Pourquoi une université ne pourrait-elle demander des fonds pour résoudre un problème très concret, obtenir par exemple de l'État un contrat de recherche externe réalisé grâce à la collaboration des chercheurs de l'État et à l'utilisation des installations de ce dernier? Pourquoi un centre de recherche de l'État ne pourrait-il pas se charger de la

formation d'étudiants diplômés dans une discipline donnée? Notre collectivité scientifique étant restreinte, nous devrions chercher à tirer le meilleur parti de ce que nous avons. Dans bien des domaines, ce sont la délimitation trop rigoureuse des fonctions, l'obstination du scientifique en place à défendre son domaine et le respect maladif des chinoïseries administratives qui gênent l'efficacité. Il faudrait que les scientifiques puissent plus facilement passer du service de l'État à celui des universités, et pour cela que les pensions de retraite soient transférables et qu'on multiplie les détachements. La diversification de l'expérience d'un scientifique devrait favoriser son avancement. Pour éliminer les facteurs psychologiques qui s'opposent à une telle mobilité, il faudrait faire intervenir certains encouragements et certaines sanctions, par exemple octroyer des contrats plus nombreux, et avant tout articuler l'action des biologistes de notre pays.

En invitant les scientifiques universitaires à participer, par leurs conseils, aux recherches menées par l'État (et vice-versa), on initiera chacun des groupes aux problèmes et aux techniques de l'autre. Pour être utiles, les comités consultatifs devront obliger leurs membres à participer à divers travaux: faute de quoi, ils seraient inefficaces ou pis encore, néfastes. Là où les comités consultatifs existent, il faudra leur donner tout l'appui nécessaire, et sinon les créer<sup>1</sup>.

En général, on s'illusionne en pensant qu'il existe nécessairement une corrélation entre un établissement donné et un mode de recherche. On a beau tracer administrativement le programme de recherche, c'est le chercheur lui-même qui, selon sa personnalité et son évaluation personnelle des besoins, orientera ses travaux vers la recherche fondamentale ou appliquée. Il serait peut-être avantageux d'établir une liste prélimi-

naire des problèmes à régler, puis de se demander quelles institutions ou groupes d'établissements pourraient les résoudre. On verrait alors que certaines modalités actuelles, ne respectant pas la division entre recherche fondamentale et thématique, n'en constituent pas moins des moyens efficaces d'accomplir le travail.

Aucun des programmes actuels de subventions ne semble favoriser l'excellence des biologistes canadiens dans quelques spécialités. Plusieurs rapports de groupes le soulignent. Voici les idées exprimées le plus souvent: 1) il faut créer des équipes; 2) celles-ci doivent disposer d'installations et de personnel technique suffisants; 3) elles doivent se préoccuper avant tout de recherche; 4) elles doivent être assurées d'un soutien financier pendant une période déterminée. Toutes ces propositions s'appuient sur le désir des scientifiques de se libérer des tâches quotidiennes qui ont été leur lot depuis longtemps, afin de se consacrer à la seule recherche.

Les cyniques parleront de «pays de Cocagne», mais tous les biologistes sont convaincus qu'il faut progresser dans cette direction pour répondre aux besoins du pays et réaliser des progrès scientifiques dignes d'intérêt. À cause de la jeunesse de ses institutions, la science canadienne ne peut compter que sur bien peu de Mécènes. Il faut donc trouver le moyen d'affecter des fonds publics à des travaux de recherche généralement financés par des fondations: la collectivité canadienne doit reconnaître l'importance de la recherche libre pour le bien collectif. Dès qu'elle sera convaincue, le débat sur les objectifs, les moyens et les hommes pourra se dérouler vivement.

L'établissement d'un tel climat au Canada est l'une des tâches les plus importantes à la charge de ceux qui préparent l'avenir de la biologie. Certains efforts en ce sens ont déjà été faits. À la suite d'une longue controverse sur la recherche thématique, divers offices fédéraux ont pris sous leur pro-

<sup>1</sup>Cette question est examinée en détail dans le rapport du Groupe «pêche et faune».

tection certains groupes de chercheurs doués, et l'État dispose maintenant de centres de spécialisation en certaines disciplines. Les unités de recherche de l'Institut national du cancer au Canada sont généralement considérées comme des réussites. Le Conseil des recherches médicales favorise la création de «groupes». Le soin scrupuleux avec lequel il surveille la qualité et la recherche et maintient un climat administratif favorable au fonctionnement des groupes permet de croire que le programme aura les résultats espérés. Grâce à l'appui éclairé qu'elles ont donné à des chercheurs particulièrement doués, certaines universités se sont signalées dans divers domaines de la biologie. Les initiatives similaires devraient recevoir un appui vigoureux.

L'étape suivante devrait être logiquement la multiplication de ces centres et leur diversification. Chose étonnante, les objections les plus vives peuvent fort bien provenir des groupes existants de chercheurs, dans les universités aussi bien que dans les services de l'État, craignant que les « centres de spécialisation » ne prennent de l'ampleur au détriment d'autres activités, ou des administrations qui craignent des difficultés de surveillance. La solution évidente serait alors d'affecter des fonds à la création d'instituts administrés par des commissions spéciales. C'est apparemment la seule façon d'être sûr que les universités et les services de l'État fournissent le meilleur d'eux-mêmes à cette entreprise<sup>1</sup>.

Il faudrait s'assurer qu'on pourra, le moment venu, mettre fin à certains programmes créés pour relever la qualité de la recherche. Il est plus facile de susciter de l'enthousiasme en faveur de tels programmes que de faire accepter leur suppression quand ils s'enlisent dans la médiocrité.

Pour parer à ces dangers et faire pro-

gresser les techniques d'administration de la recherche, il faudrait mettre de nouvelles méthodes à l'essai, au risque de commettre certaines erreurs au début, et organiser la recherche sur les méthodes de la recherche. Ces controverses suggèrent que notre attitude envers la recherche scientifique manque de rigueur. Les spécialistes en administration de la recherche scientifique (à supposer qu'une telle discipline existe présentement) font certainement défaut au Canada.

Depuis une vingtaine d'années, on a vu se multiplier les offices, associations, programmes scientifiques, etc. de caractère international, le plus souvent désignés par une série d'initiales (PBI, AGI, DHI, GARP, CISU, INTECOL, OMS, FAO, UNESCO, etc.). Toutes ces entreprises ont donné à la science un caractère universel, mais leur prolifération a causé quelque confusion et les faiblesses de certaines ont parfois suscité du scepticisme. Le Canada semble décidé à participer à ces entreprises de caractère international, mais en ce qui concerne la biologie, aucune politique n'a été établie ni aucun mécanisme mis en branle pour coordonner les travaux scientifiques canadiens en fonction des divers programmes internationaux. S'il ne s'agissait que des activités individuelles de chercheurs envoyés en mission, liés par contrat ou simplement en voyage, cette coordination serait déjà utile. À plus forte raison faut-il avoir une politique claire et les mécanismes de coordination qui s'imposent si la participation à un programme international risque de causer une réduction du financement de la recherche nationale.

Le Programme biologique international (PBI) en fournit un excellent exemple. Le Programme a été mis sur pied pour approfondir notre connaissance des mécanismes de la productivité biologique. À cause de la diversité des opinions en ce domaine, le programme est devenu si vague qu'on l'a considéré en certains milieux comme un «ramassis de projets à la recherche d'un programme».

<sup>1</sup>On devrait étudier attentivement la possibilité de créer au Canada des groupes de recherche médicale et des groupes de recherche agricole semblables à ceux du Royaume-Uni.

Malgré tout, la participation du Canada au Programme biologique international a peu à peu pris de l'ampleur. Les travaux ont eu une certaine influence sur l'écologie canadienne, et l'expérience dans son ensemble a fourni de précieux renseignements sur les mesures à prendre lorsqu'un programme du même genre sera présenté.

En premier lieu, le CNRC devra créer des comités spéciaux pour déterminer dans quelle mesure on a déjà accompli au Canada les travaux préliminaires requis pour le nouveau projet. Si nos réalisations nous paraissent alors suffisantes, il s'agira de grouper les données et de les présenter en un tout cohérent à l'organisme international compétent, par l'intermédiaire d'un service administratif quelconque. Les météorologues et les océanographes semblent experts en ce genre de coordination: il faudrait suivre leur exemple. Mais s'il fallait d'abord entreprendre un programme spécial de recherche, on pourrait soit ouvrir des crédits selon le modèle du PBI, soit inclure les travaux demandés dans la liste des projets recevant des subventions pour dépenses courantes, en les recommandant spécialement aux comités d'attribution des subventions, selon le modèle du GARP. Quelle que soit la méthode employée, il faudrait la mettre au point dès le début et l'utiliser en permanence. La méthode actuelle manque de rigueur et fait appel à l'improvisation.

En second lieu, lorsque l'apport du Canada à un programme international se compose de plusieurs projets, il faudrait s'efforcer de les articuler ensemble, faute de quoi les meilleurs programmes ne constitueraient que des moyens d'épuiser les crédits sous le prétexte de collaboration internationale. Pour qu'il y ait véritable coordination, il faut freiner les tendances centrifuges que l'on retrouve dans toute recherche scientifique sans les supprimer, grâce à des liaisons administratives. Au début, le PBI donnait lieu à de telles critiques, mais la situation a été corrigée depuis peu.

En troisième lieu, il serait plus important de préciser la durée ou la date d'expiration de tels programmes que celle de la mise en œuvre. Il est actuellement question de mettre sur pied un nouveau programme PBI, preuve que le premier est valable. Cependant, si «le fils du PBI» (pour parodier A. Dumas) a besoin de fonds de recherche, il faut lui en fournir, comme à d'autres entreprises similaires à l'échelle nationale ou internationale. Sinon, le PBI pourrait devenir un organisme improductif au seul nom ronflant comme beaucoup d'autres entreprises scientifiques canadiennes.

En dernier lieu, les biologistes canadiens devraient lancer des programmes internationaux. Notre apport scientifique dans certains domaines est fort limité, mais nous n'en possédons pas moins l'atout important de notre réputation d'objectivité et de désintéressement. Il nous serait donc assez facile de participer non seulement aux programmes internationaux de recherche, mais aussi à leur conception. Il y a certainement des Canadiens en mesure d'analyser les besoins et de proposer des programmes d'action à l'échelle mondiale. Le Conseil biologique du Canada et la Fédération canadienne des associations de biologie devraient s'intéresser à cette possibilité.

Aucune étude des aspects internationaux de la biologie moderne ne serait complète sans rappeler que les talents de nos scientifiques doivent aussi servir à l'aide aux pays en voie de développement. Depuis plus de vingt ans, on fait participer les scientifiques canadiens à ces programmes, mais de façon intermittente; la façon dont on a organisé leurs activités ne leur a certainement pas permis de rehausser le prestige du Bureau de l'aide extérieure (devenu depuis l'Agence canadienne de développement international). Rares sont les individus dotés d'une personnalité, d'une vitalité, d'une expérience et d'un savoir suffisamment remarquables pour conquérir d'emblée l'admiration du

pays étranger, et d'ailleurs leur action pourrait engendrer un déséquilibre du développement<sup>1</sup>. Les biologistes envoyés en mission à l'étranger ont sans doute été très appréciés sur le plan personnel, mais leur influence sur le développement du pays a été moins marquée. Cette entreprise est extrêmement complexe, et nous devrions n'entreprendre que des tâches limitées, et nous en acquitter en envoyant d'importantes équipes pluridisciplinaires qui s'occuperont de la mise en valeur des richesses naturelles et de l'amélioration de la santé publique en tenant compte des problèmes socio-économiques du pays.

Il serait utile de créer un Bureau du ministère des Affaires extérieures (le Centre de recherche pour le développement international) pour recruter le personnel nécessaire à des programmes de développement de grande envergure à l'étranger. Ce nouvel organisme constituerait des équipes qui pourraient fort bien accomplir à l'étranger ce qu'on ne réussit pas à faire au Canada! Il ne devrait cependant pas s'attacher un personnel permanent de scientifiques. Il devrait plutôt s'adjoindre à tour de rôle les meilleurs spécialistes disponibles, et faciliter le passage des scientifiques des organismes d'État et des universités aux postes temporaires à l'étranger.

### Formation des scientifiques, corps professoral, effectifs spécialisés.

À l'époque actuelle, il n'est guère possible de prévoir ce dont les biologistes de l'avenir auront besoin, tout comme pour bien d'autres scientifiques. Les matières enseignées ont bien moins d'importance que la discipline intellectuelle acquise par les étudiants quand ceux-ci enseigneront à leur tour et que bien des données seront périmées; il ne

leur restera que leur intelligence pour s'adapter à une nouvelle série de « faits ». Plus que jamais, la nouvelle génération aura besoin de savoir comment envisager les problèmes, comment les résoudre. Les biologistes devront posséder un sens aigu de l'analyse, une grande puissance d'adaptation et un esprit d'entreprise leur permettant de passer avec enthousiasme d'une discipline à l'autre, avec l'espoir de trouver au moment critique les spécialistes (ou la documentation) qui leur fourniront les connaissances dont ils auront besoin. Ces biologistes devront savoir utiliser appareils et instruments, et en même temps ils devront posséder la formation en sciences pures si nécessaire aux chercheurs.

Souvent, on caricature les biologistes de la génération précédente en les représentant comme de perpétuels étudiants, connaissant leur sujet par cœur, spécialistes en un nombre restreint de techniques et enfoncés de plus en plus profondément dans un sujet de plus en plus étroit. On les accuse de vouloir créer des scientifiques «à leur propre image»; ils préfèrent l'étudiant idéal ayant tous les préjugés de ses maîtres, mais des opinions un peu différentes sur certaines questions sans importance, ce qui permet à des professeurs de dire dans leurs lettres de recommandation: «Cet étudiant a des idées bien personnelles».

Pour toutes ces raisons et bien d'autres encore, le monde universitaire se sent confusément en transition. On s'entend pour affirmer que les étudiants doivent apprendre à raisonner par induction et par déduction. On est à peu près unanime à reconnaître que les deux premières années de formation universitaire doivent inclure l'acquisition systématique des principes des sciences modernes: mathématiques, physique, chimie, biologie, etc., sans oublier la langue de communication.

Au delà des deux premières années, l'étudiant en biologie peut soit suivre un cours général de biologie, soit

<sup>1</sup>Ce danger se présente dans le domaine des richesses naturelles. On peut, par exemple améliorer à tel point les techniques de pêche que les mécanismes de commercialisation deviennent insuffisants.

acquérir une spécialisation dans l'une des branches de cette science. Les étudiants des petites universités qui n'offrent guère de spécialisations n'ont pas à choisir entre les deux orientations. Ce sont surtout les grandes universités qui offrent un éventail de spécialisations et qui permettent aux étudiants «de se mettre des œillères» plus tôt dans leur carrière. Les départements de biologie ou de sciences biologiques de 33 universités canadiennes sur 41 (Tableau n° 9) sont pluridisciplinaires et, de plus, généralement de taille assez restreinte. Les huit universités restantes (de l'Alberta, de Brandon, de la Colombie-Britannique, de Guelph, McGill, du Manitoba, de Toronto et Western Ontario) ont chacune un département de botanique et un département de zoologie. Cinq d'entre elles disposent de départements de microbiologie non médicale; deux ont des départements d'entomologie, et deux, des départements de génétique. Il y a en tout 13 départements de biochimie non médicale.

Depuis quelques années, plusieurs des grandes universités, conscientes des dangers d'une trop grande spécialisation, ont mis au point, ou sont en train de mettre sur pied, des programmes de biologie qui réussissent à redonner à l'enseignement l'universalité que le premier cycle possédait autrefois<sup>1</sup>. Il s'agit là d'une heureuse tendance car, si d'une part il faut des spécialistes, d'autre part ceux qui ont reçu une formation plus étendue risquent moins d'être dépassés quand les techniques changent et sont plus en mesure de faire la synthèse des éléments dont, pour bien des problèmes quotidiens, il faut savoir tenir compte.

C'est pour ces raisons qu'il faut encourager une formation plus générale au 1<sup>er</sup> cycle tout en reconnaissant qu'elle

<sup>1</sup>C'est ainsi que les universités de la Colombie-Britannique, de l'Alberta et du Manitoba et aussi l'Université McGill ont institué ou sont en train d'instituer de tels programmes de biologie. L'Université McGill vient de créer un département de biologie qui doit embrasser l'ensemble du champ de cette science.

pourrait être superficielle. Les programmes de «sciences du milieu ambiant» et de «sciences générales» tombent dans cette dernière catégorie: ceux qui les auront suivis découvriront peut-être que si tout le monde admire les étudiants «aux vastes horizons» personne ne veut les prendre à son service.

Pour assurer une formation plus étendue, on a de plus en plus recours à des combinaisons comme les suivantes: cours du premier cycle en biologie générale ou dans un domaine de la biologie, et cours du deuxième cycle dans un autre domaine; ou encore cours du premier cycle dans une science et cours du second cycle dans une autre science. De plus en plus, les étudiants se dirigent d'instinct vers une formation interdisciplinaire ou pluridisciplinaire qui donne des biochimistes, des biophysiciens ou des biomathématiciens. Ils optent pour une spécialisation principale et une spécialisation secondaire au premier cycle, et cherchent à renforcer au second cycle les domaines auxquels ils n'ont pas accordé assez d'attention au premier. Le processus manque parfois de cohésion et produit des diplômés singulièrement ignorants sur certains points<sup>2</sup>, mais de telles lacunes accidentelles sont préférables à une formation qui ne comporte pas de vides, simplement parce qu'elle est trop étroite.

Tandis que les universités luttent pour faire régner l'ordre durant cette période de transition, il faut espérer qu'elles conservent une certaine souplesse. La biologie aura besoin de spécialistes et d'hommes de formation générale. Mais dans l'incertitude, il serait dangereux de s'en tenir à l'une ou l'autre optique exclusivement.

Il faut prendre ici la défense des professeurs d'université, qui sont l'objet de tant d'incompréhension et de tant de critiques. Le profane peut difficilement imaginer la compétition profes-

<sup>2</sup>Comme disait l'un de nos collègues: «il est remarquable comme cytologiste, mais incapable de distinguer un taureau d'un chameau!»

Tableau n° 9—Départements de sciences biologiques des universités canadiennes. Données extraites des annuaires 1970-1971 de 41 universités.

| Universités       | Biol. | Sc. biol.      | Bio-chim.       | Bot. | Prog. biol. | Entomol.        | Génét.          | Micro-biol.                                  | Zool. |
|-------------------|-------|----------------|-----------------|------|-------------|-----------------|-----------------|--|-------|
| Alberta           |       |                | x               | x    | x           | xx <sup>1</sup> | x               | x  | x     |
| Acadia            | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Bishop's          | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Brandon           |       |                |                 | x    |             |                 |                 |  | x     |
| C.-B.             |       |                | xx <sup>2</sup> | x    | x           |                 |                 | xx <sup>2</sup>                              | x     |
| Brock             |       | x              |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Calgary           | x     |                | x <sup>2</sup>  |      |             |                 |                 |  |       |
| Carleton          | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Dalhousie         | x     |                | xx <sup>2</sup> |      |             |                 |                 | x <sup>2</sup>                               |       |
| Guelph            |       |                |                 | x    |             |                 |                 | xx <sup>3</sup>                              | x     |
| Lakehead          | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Laurentienne      | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Laval             | x     |                | xx <sup>2</sup> |      |             |                 |                 | x <sup>2</sup>                               |       |
| Lethbridge        |       | x              |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| McGill            |       |                | xx <sup>2</sup> | x    | x           | x <sup>1</sup>  | xx <sup>1</sup> | xx <sup>1</sup> x <sup>2</sup>               | x     |
| McMaster          | x     |                | x               |      |             |                 |                 |  |       |
| Mt. Allison       | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Manitoba          |       |                | xx <sup>2</sup> | x    | x           | xx <sup>1</sup> |                 | xx <sup>2</sup>                              | x     |
| Mémorial          | x     |                | x               |      |             |                 |                 |  |       |
| Moncton           | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Nouveau-Brunswick | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Montréal          |       | x              | xx <sup>2</sup> |      |             |                 |                 | x <sup>2</sup>                               |       |
| Ottawa            | x     |                | xx <sup>2</sup> |      |             |                 |                 | x <sup>2</sup>                               |       |
| Î du P.-É.        | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Queen's           | x     |                | xx <sup>2</sup> |      |             |                 |                 | x <sup>2</sup>                               |       |
| Sask. (Regina)    | x     |                | x               |      |             |                 |                 |  |       |
| Sask. (Saskatoon) | x     |                | xx <sup>2</sup> |      |             |                 |                 | x <sup>1</sup> x <sup>2</sup> x <sup>3</sup> |       |
| St. Joseph        | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| St. Mary's        | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| St. Francis X.    | x     | x              |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Sherbrooke        | x     |                | x <sup>2</sup>  |      |             |                 |                 | x <sup>2</sup>                               |       |
| Sir G. Williams   |       | x              |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Simon Fraser      |       | x              |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Toronto           |       |                | xx <sup>2</sup> | x    |             |                 |                 | x <sup>2</sup>                               | x     |
| Trent             | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Victoria          | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Waterloo          | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Winnipeg          | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Windsor           | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |
| Western Ontario   |       | x <sup>2</sup> | x               | x    |             |                 |                 | x <sup>2</sup>                               | x     |
| York              | x     |                |                 |      |             |                 |                 |  |       |

Facultés des Arts et Sciences (x), d'Agriculture (x<sup>1</sup>), de Médecine (x<sup>2</sup>), de Science vétérinaire (x<sup>3</sup>).

sionnelle qu'ils se livrent et la hausse constante des normes de compétence. Les scientifiques reçoivent leur formation dans ce climat, et, une fois diplômés, entrent dans un monde régi par les mêmes exigences. Leur succès, ils le doivent autant à leur détermination qu'à leur talent, et d'ordinaire ils ont une personnalité qui résiste mal à la méconnaissance de leurs efforts. Ils ne peuvent certainement pas, comme le croient des gens qui devraient être mieux renseignés, enseigner huit mois par année et se reposer durant quatre mois, l'été. Ils travaillent ferme toute l'année, poussés par la nécessité de faire progresser de pair leur formation personnelle et leurs travaux de recherche. La tâche devient de plus en plus lourde à mesure que le nombre d'étudiants augmente, et que chaque discipline, se compliquant et se perfectionnant, exige la connaissance d'une quantité croissante de données et de techniques.

Rares sont les nouveaux docteurs ès sciences qui accomplissent plus de dix ans de recherches fructueuses sans avoir à se recycler. C'est tout récemment que certaines universités canadiennes ont commencé à accorder des congés culturels d'un an, tous les sept ans. Il semble que cette fréquence biblique soit fort insuffisante. Il convient d'insister sur ce point, car il s'agit de l'avenir de la biologie au Canada. Pour que la rentabilité des investissements canadiens en biologie fondamentale atteigne son maximum, il faudrait que les congés culturels soient accordés tous les quatre ou cinq ans, ou qu'on établisse des écoles de recyclage offrant aux professeurs l'occasion de se familiariser avec l'emploi de nouveaux appareils et avec les concepts nouveaux. L'Association canadienne des professeurs d'université devrait prendre l'initiative d'une étude approfondie des problèmes que pose le recyclage, et proposer des solutions.

La suppression du programme de bourses de recherches approfondies qu'offrait le CNRC semble fort inopportune, car nombre de professeurs du

Canada ne peuvent se permettre de prendre un congé culturel sans aide extérieure. Les chercheurs expérimentés auront donc moins de chances de se renouveler que par le passé, contrairement aux nécessités.

Ces questions se rattachent de diverses façons à la situation de l'embauche. On se préoccupe beaucoup à l'heure actuelle d'un excédent de docteurs ès sciences. Les inquiétudes des diplômés sans travail sont fort compréhensibles, surtout si on les a mal renseignés sur les possibilités d'emploi. Les instances gouvernementales peuvent également s'inquiéter de l'absence de rendement immédiat des investissements consentis dans le domaine de l'enseignement. Il semble néanmoins qu'un léger excédent de diplômés soit désirable. Après plus de vingt ans de difficultés, les universités canadiennes pourront peut-être choisir leur personnel sans avoir à engager tous les Canadiens disponibles et les laissés-pour-compte des États-Unis et du Royaume-Uni. Enfin, il y aura peut-être assez de compétences pour remplir une foule de postes jusqu'à présent confiés à des non qualifiés. La formation acquise par un docteur ès sciences ne disparaît pas s'il ne trouve pas un emploi où toutes ses connaissances spécialisées sont utilisées. Toute formation scolaire ou universitaire est un placement indirect pour la société et une source de satisfaction personnelle sur le plan culturel pour celui qui en a bénéficié.

Ceux qui viennent d'obtenir leurs diplômes au prix de grands sacrifices personnels et qui n'ont pas encore été appelés à jouer le rôle qu'eux-mêmes, et ceux qui ont financé leur études, avaient espéré, doivent faire l'objet de nos premières préoccupations. Ces diplômés sont mieux préparés à exercer certaines fonctions que bien des gens déjà au service des universités ou de l'État, et il faut leur donner l'occasion de faire leurs preuves. Il serait donc logique de hâter la mise à la retraite des anciens, surtout de ceux qui ont

atteint leur «niveau d'incompétence», ou d'affecter à de nouvelles fonctions ceux que leurs «aptitudes intellectuelles et leur dynamisme» appellent ailleurs. On peut croire qu'il s'agit là d'une solution simpliste ou même d'une plaisanterie, mais ces propositions s'inspirent en réalité des principes modernes de gestion des entreprises et font l'objet d'un examen approfondi dans les ouvrages consacrés à ce domaine.

De toute façon, le léger excédent de diplômés qui, selon les uns, existe dans le domaine des sciences biologiques, ne devrait pas susciter trop d'inquiétude, compte tenu des besoins à moyen et à long terme. Les prévisions pour la prochaine décennie indiquent qu'il se produira une offre d'emplois si importante que tous les diplômés actuellement en excédent et tous les étudiants présentement aux études auront du travail. Pour que l'excédent des demandes d'emploi ne devienne pas trop important, il faudrait améliorer les mécanismes de prévision et régulariser le nombre d'étudiants en fonction des besoins futurs et non de l'excédent actuel. Car, face à celui-ci, nous risquons de réduire le nombre d'étudiants si fortement que dans cinq ans il y aura pénurie de docteurs ès sciences. Pendant de longues années, nous n'avons eu à notre disposition aucun mécanisme capable de fournir des renseignements statistiques satisfaisants sur l'offre et la demande d'emplois dans le domaine qui nous occupe, si bien que notre planification risque, pour quelque temps encore, d'être inadéquate. Il faudrait favoriser l'expansion des services fédéraux de placement des scientifiques et travailler activement à améliorer les mécanismes prévisionnels.

# Conclusions

La plupart des observations qui précèdent au sujet de l'avenir de la biologie en général et au Canada sont si simples qu'on peut se demander pourquoi il a fallu les formuler et les exposer en détail. Notre connaissance du monde végétal et animal, l'homme compris, progresse à un rythme exponentiel. Nos possibilités de transformer le monde biologique par la technologie se multiplient ou se rapprochent.

Le Canada n'est que partiellement en mesure d'utiliser effectivement ce savoir biologique pour préparer un meilleur avenir à ses fils. Nos biologistes ont joué un grand rôle dans la mise en valeur des richesses du pays. Jusqu'ici, ils se sont patiemment consacrés à ces travaux qui suscitent d'impressionnantes réalisations scientifiques dans le domaine des richesses naturelles et de la santé. Qu'il s'agisse de pêches, d'agriculture ou de forêts, nous nous sommes distingués sur le plan international. Dans le domaine de la santé, nous pouvons également être fiers de ce que nous avons accompli. Dans tous les domaines, les recherches en biologie fondamentale effectuées dans nos universités ont joué un rôle important et il faut espérer qu'elles continueront sur leur lancée.

L'avenir nous réserve cependant des problèmes bien plus graves. Notre connaissance des mécanismes biologiques nous permet de transformer profondément la société humaine. L'utilisation de ce pouvoir pose d'immenses problèmes sociologiques et moraux. Il est facile de dire que nous pourrions nous en tirer d'une façon ou de l'autre, mais il est moins aisé d'oublier que l'humanité pourrait être menacée de destruction, menace contre laquelle nous devons organiser une défense technologique. D'autre part, l'utilisation prudente et éclairée du nouveau savoir peut mettre notre société sur la voie d'une prospérité matérielle et d'un progrès spirituel difficiles à imaginer. Il ne faut pas oublier, non plus, que d'ici dix ou vingt ans la croissance démographique va poser de plus en plus de

problèmes auxquels les biologistes devront trouver une réponse.

Compte tenu de ces facteurs et de la situation actuelle de la biologie au Canada, nous concluons que les facultés des sciences devraient accorder beaucoup plus d'importance à la biologie. Notre examen nous permet de proposer les mesures suivantes:

1. le Canada doit non seulement rattraper son retard dans les disciplines traditionnelles de la biologie, mais ne pas se laisser distancer dans les nouveaux domaines. Tant en ce qui concerne les individus que les institutions, il faudrait tenir compte des éléments suivants pour assurer l'avenir:

a) La somme d'efforts consacrés à la systématique et aux sciences descriptives est sans doute suffisante, mais la répartition des ressources entre les diverses spécialités animales et végétales est inégale. Il faudrait s'intéresser davantage à l'étude des petits organismes du sol, de l'eau douce et de l'eau salée et à l'étude des micro-organismes en général. Il ne faudrait pas se lancer toutefois dans de grands programmes d'aide à la recherche, ni développer à l'excès l'ensemble de ce domaine.

(Page 23)

b) La physiologie et la biochimie des plantes et des animaux devrait continuer de progresser, compte tenu des besoins grandissants en matière de production d'aliments et de protection du milieu naturel. Il faudrait accroître notre connaissance de la physiologie des animaux sauvages, du point de vue de la physiologie comparée surtout. Ces domaines sont insuffisamment représentés dans les universités en général et cette situation doit être corrigée. (Page 24)

c) La biologie du comportement a fait des progrès au Canada, mais les spécialistes sont dispersés. Il y a tout particulièrement manque de contact entre les éthologues et les psychologues. Il faudrait favoriser le développement de l'éthologie et insister spécialement sur l'étude comparative du comportement. (Page 25)

d) Le Canada possède des centres de microbiologie réputés qui devraient prendre un grand essor. Il faudrait favoriser la participation de l'industrie aux recherches en microbiologie. (Page 26)

e) Le Canada a fait d'importantes découvertes en génétique mais elles sont trop peu nombreuses et ne touchent que des domaines assez restreints. En règle générale, on ne fait pas ici de recherches qui pourraient influencer profondément sur la solution des problèmes que l'avenir nous réserve. Il faut pousser activement le développement de la génétique dans notre pays. (Page 27)

f) Le Canada ne participe que depuis peu à la recherche en biologie cellulaire et moléculaire. L'immunologie, la virologie, la biologie moléculaire et la biologie cellulaire sont très avancées dans certains centres de recherche, mais dans l'ensemble le niveau des travaux laisse à désirer, surtout en biologie cellulaire végétale. Durant la prochaine décennie, il faudra renforcer la biologie moléculaire et la biologie cellulaire, ne fût-ce que pour conserver notre position actuelle. (Page 27)

g) Sans doute sous l'influence des programmes spatiaux et militaires des États-Unis, les mathématiques jouent un rôle grandissant dans nombre de domaines scientifiques: entre autres choses, la biologie théorique et l'étude des systèmes biologiques ont énormément progressé. Le Canada accuse un retard en ces domaines. Comme ces techniques trouvent une application dans presque toutes les branches de la biologie, il faudrait en favoriser le développement. (Page 28)

h) L'écologie suscite beaucoup d'intérêt au Canada. Pour se tenir à jour, il faudrait que nos scientifiques accélèrent leur adaptation aux nouvelles tendances: expérimentation, élaboration des techniques et mise en œuvre de vastes programmes d'expérimentation sur le terrain. Il faudrait insister également sur l'étude des mécanismes de sélection

naturelle. Il faudrait favoriser l'essor de la génétique écologique. (Page 29)

i) Pour pallier les faiblesses de la recherche en biologie, il faudrait créer des équipes pluridisciplinaires de travail. (Page 29)

j) Mathématiciens, physiciens et chimistes devraient se pencher sur les problèmes des sciences de la vie. L'utilisation concertée des ressources de toutes les disciplines scientifiques au Canada constituerait un facteur déterminant de progrès et même nous mettre à l'avant garde. (Page 30)

2. L'arroi (cortège des équipements, locaux, effectifs, etc.) d'une biologie parvenue à maturité n'existe que partiellement au Canada. Les besoins principaux à satisfaire sont les suivants:

a) Amélioration prioritaire des moyens de communication dans le monde de la biologie (Page 31):

1° en créant un service national de traduction de haute qualité, dont le travail compléterait celui des services des autres pays;

2° en établissant une bibliothèque scientifique nationale spécialement adaptée aux besoins des universités et des organismes d'État et qui prendrait un rôle actif, contrastant avec la passivité actuelle des bibliothèques;

3° en créant des revues scientifiques dynamiques grâce au concours des sociétés de biologie, des organismes d'État et des chercheurs eux-mêmes, qui n'hésiteraient pas à leur confier les communications les plus importantes.

b) Utilisation conjointe par les secteurs public et universitaire des rares centres de recherche en biologie dont notre pays dispose. L'établissement d'un réseau de laboratoires régionaux, utilisés en commun et permettant la conservation des organismes vivants dans une ambiance réglable, répondrait aux besoins d'un grand nombre de biologistes de diverses disciplines. Les investissements devraient porter surtout sur les installations ou les moyens d'action dont notre pays a besoin pour progresser dans les secteurs de pointe de la biologie,

sans reproduire servilement les arrois traditionnels. (Page 33)

c) Séparation des fonctions qu'une longue tradition attribue aux musées. Le rôle de vulgarisation et les expositions devraient être confiées au Secrétariat d'État; les travaux de recherche en systématique moderne se poursuivraient dans les universités; la fonction scientifique des musées (garde des spécimens, services de taxonomie, etc.) devrait relever d'un seul organisme (le CNRC peut-être) et s'appuyer sur un ensemble d'établissements régionaux chargés de la conservation des collections. (Page 34).

d) Appui ferme de tous les milieux de la biologie à l'action de la Fédération canadienne des sociétés de biologie et du Conseil de biologie du Canada. Ces deux organismes devraient constituer une seule tribune pour la discussion des questions concernant la biologie et se charger de l'évaluation permanente des progrès et des problèmes de la biologie au Canada. (Page 36)

3. Il y a au Canada près de 5 800 spécialistes des sciences de la vie, dont environ 500 seulement sont attachés aux facultés des sciences, ou des «arts et sciences». Cette répartition des travaux de biologie fondamentale a peut-être correspondu aux besoins du pays, mais elle pourrait nuire à l'acquisition des connaissances, à l'inspiration, à l'originalité et à l'autonomie de la biologie canadienne de l'avenir. (Page 36)

4. Le Conseil national de recherches devrait compter un plus grand nombre de biologistes parmi les dix-huit membres du Conseil d'administration. (Page 38)

5. Le Conseil national de recherches devrait continuer ses programmes internes de recherche en biologie, sans cependant en augmenter l'ampleur, sauf dans le cas de problèmes nettement hors de la compétence des autres organismes d'État et qui exigeraient la création d'un service spécialisé. Le CNRC joue un rôle important de coordination des programmes et de collecte des données sur

la pollution. Il devrait étudier la possibilité de faire effectuer les recherches sous contrat au lieu d'accroître son personnel de recherche. Dans bien des cas, les équipes travaillant sous contrat pourraient exécuter leurs travaux dans les universités. (Page 38)

6. Le mode d'attribution des subventions du CNRC pour frais courants de recherche est, dans l'ensemble, satisfaisant et il pourra servir de base pour l'avenir. Pour l'améliorer, il faudrait:

a) Créer un comité de direction pour la biologie, dont l'une des fonctions serait de coordonner l'action des quatre comités d'attribution des subventions, adopter une méthode plus rigoureuse pour l'examen des demandes et, d'ici trois à cinq ans, augmenter le nombre de comités d'attribution. (Page 42)

b) Poser des exigences plus sévères et déterminer de façon plus rigoureuse la compétence véritable des postulants aux subventions de recherche. (Page 44)

c) Aider systématiquement les chercheurs individuels particulièrement méritants. Chacun des quatre comités d'attribution des subventions du CNRC pourrait, chaque année, assurer son aide à un chercheur pour une période maximale de cinq ans. (Page 44)

d) Faciliter la création de petites équipes de chercheurs, et à cette fin, recommencer l'attribution de subventions collectives. Ces subventions seraient accordées par les sous-comités d'étude du comité d'attribution. (Page 45)

e) Procéder à une étude critique du système actuel d'aide aux étudiants diplômés, de préférence au cours d'une conférence nationale groupant des représentants de ces étudiants. (Page 45)

7. Les subventions concertées du CNRC devraient aller soit à des institutions déjà reconnues pour leurs réalisations soit à des institutions nouvelles afin de leur permettre de se lancer dans la recherche. Les subventions accordées dans d'autres cas risquent de n'être que des subventions à tout faire, sans objectifs et sans résultats tangibles. (Page 46)

8. Divers organismes autres que le CNRC versent aux solliciteurs de subventions du CNRC une aide financière qui atteint parfois 45 p. 100 de celle que ce dernier accorde. Il faut établir une liaison beaucoup plus étroite entre les divers organismes d'État qui accordent des subventions de recherche en biologie, tout particulièrement entre les organismes fédéraux. Divers comités sont censés assurer cette coordination, mais il y a manque d'organisation et chevauchement. (Page 47)

9. Il faut renforcer les mécanismes existants pour prévenir tout double emploi et toute disparité des modes d'attribution des subventions. Dans certains domaines de la biologie, les demandes de subvention peuvent être présentées à plus d'un organisme; il faudrait que les organismes en question utilisent les mêmes échelles d'évaluation pour des projets correspondants. Les universités devraient supprimer les inégalités internes, celles qui jouent en faveur de la médecine aussi bien que les autres, et pour cela modifier les fonctions et transformer les attitudes, et donner aux meilleurs spécialistes en sciences pures toutes les possibilités en matière de recherche. (Page 50)

10. Le fonctionnement équilibré du système fédéral de subvention à la recherche est assuré par la diversité des sources d'aide. Pour combler les lacunes possibles, faire face aux besoins nouveaux, et atteindre ainsi un meilleur équilibre général, on pourrait compter dans une certaine mesure sur les «subventions de rattrapage» (strategic research grants) que le CNRC a commencé à accorder. Il faudrait créer des comités temporaires pour conseiller ce dernier au sujet de ces subventions. Ces comités travailleraient en étroite collaboration avec les autres organismes subventionnaires fédéraux. (Page 51)

11. Le système pourrait fonctionner encore mieux si les diverses institutions s'entendaient pour assouplir les programmes. On s'illusionne en pensant qu'il existe nécessairement une corréla-

tion entre une institution donnée et une attitude définie vis-à-vis de la recherche. Il faudrait à l'avenir considérer d'abord le problème à régler dans le contexte canadien et ensuite choisir les mécanismes institutionnels les mieux adaptés à la tâche. Il faudrait que les structures administratives soient assez souples pour qu'on puisse les réorienter en fonction des besoins particuliers auxquels chaque problème donne lieu. Dans bien des domaines de recherche, ce sont la délimitation trop rigoureuse des fonctions, l'obstination du scientifique en place à défendre son domaine, et le respect maladif des chinoeries administratives qui gênent l'efficacité. Il faudrait que les scientifiques puissent plus facilement passer du service de l'État à celui des universités et de l'industrie.

Il faudrait que les scientifiques qui travaillent dans les services de l'État et ceux qui sont rattachés aux universités participent à des travaux communs de façon que les uns bénéficient de l'expérience des autres. La nomination de scientifiques universitaires comme membres des comités consultatifs des offices de l'État constitue une heureuse initiative qu'il faut généraliser. (Page 52)

12. Aucun des modes actuels de subvention ne semble apporter de solution au problème de l'accession à l'excellence. La plupart des recommandations faites à ce sujet préconisent la création d'équipes de chercheurs auxquelles on fournirait sans lésiner le personnel et les installations techniques; ces équipes feraient avant tout des recherches et seraient assurées d'un soutien financier pour un nombre déterminé d'années. La réalisation d'un tel projet constitue un défi de premier ordre et la création de quelques centres de recherche biologique de qualité devrait donc bénéficier d'un appui sans réserve. Il faudrait s'assurer qu'on pourrait, le moment venu, mettre fin à certains programmes créés pour relever la qualité de la recherche, quand cette dernière s'enliserait dans la médiocrité. Il faudrait

effectuer des recherches sur le processus même de la recherche. On devrait examiner la possibilité de créer au Canada des groupes de recherche en médecine et en agriculture du genre de ceux qui existent au Royaume-Uni. (Page 54)

13. Des comités spéciaux du CNRC devraient étudier la participation possible du Canada à certains programmes de recherche de caractère international. Les mécanismes de participation devraient être normalisés, la réalisation des programmes internationaux et des programmes de caractère interne devrait aller de pair, et la durée des programmes devrait être précisée. Le Conseil de biologie du Canada et la Fédération canadienne des associations de biologie pourraient proposer la mise en œuvre de programmes internationaux de recherche conçus au Canada. (Page 55)

14. Il faut encourager les biologistes à participer à la réalisation de programmes d'aide à l'étranger. Il importe de faciliter le passage des scientifiques de l'État ou de l'Université à un poste temporaire à l'étranger. L'Agence canadienne de développement international devrait travailler à la suppression des obstacles et trouver des façons d'attirer le personnel voulu. (Page 56)

15. La plupart des départements de biologie dans les universités sont de faible envergure et donnent une formation purement générale. Parmi les grandes universités, sept offrent des cours dans des départements spécialisés; il conviendrait qu'elles mettent également sur pied des cours de biologie générale pour que la biologie se présente vraiment comme un tout. Nous aurons besoin à la fois de spécialistes et de généralistes: nos méthodes de formation doivent être assez souples pour ces deux types de scientifiques. Il faut aussi que les cours facilitent l'acquisition d'une formation pluridisciplinaire. (Page 57)

16. Les professeurs d'université doivent avoir la possibilité de bénéficier plus fréquemment de congés culturels et de cours de recyclage, pour se tenir

au courant des nouveautés dans leur discipline, et cela plus souvent que tous les sept ans. Il faudrait que le CNRC rétablisse les bourses d'études approfondies. L'Association canadienne des professeurs d'université devrait étudier les besoins en recyclage et proposer les solutions qui conviennent. (Page 60)

17. La possibilité d'un surplus de docteurs en biologie ne doit pas trop nous inquiéter. On aura besoin de ces diplômés dans un avenir assez rapproché. S'il y a vraiment un excédent, il faudra offrir une retraite anticipée à certains chercheurs et faciliter dans d'autres cas leur affectation à de nouveaux postes. Pour remédier au manque de données statistiques sur la formation de diplômés et sur les possibilités d'emploi, il faudra améliorer les services fédéraux de la main-d'œuvre scientifique. (Page 61)

## Épilogue: le financement

Si l'on se fonde uniquement sur les besoins et les problèmes qui s'annoncent, les investissements du Canada au chapitre de la biologie fondamentale augmenteront considérablement. Les 9 millions de dollars que dépense annuellement le CNRC et les 3.5 millions que les postulants aux subventions du CNRC reçoivent d'autres organismes ne constituent pas un montant bien impressionnant par rapport aux budgets de R & D votés ailleurs dans le monde. Si l'on tient compte des problèmes actuels, ces investissements seront nettement trop faibles pour nous permettre de rattraper notre retard et ensuite de progresser à un rythme suffisant. On peut, sans crainte d'exagération, affirmer qu'en 1980 on devra quintupler les fonds affectés à la recherche en biologie fondamentale. Jusqu'à présent, le Canada a mené la recherche biologique à un rythme qui lui permet de ne pas dépendre exclusivement du reste du monde pour l'acquisition du savoir scientifique, mais qui ne le met pas en mesure de contribuer à l'évolution de la science universelle. À l'avenir, de puissants arguments militeront en faveur d'une augmentation des fonds affectés à la recherche dans tous les domaines des sciences de la vie. Ces raisons seront d'ordre commercial, national et philanthropique. Il importe de se préparer dès maintenant à faire face à ce besoin plus ou moins lointain. De toutes les branches des sciences naturelles, la biologie est l'une de celles qui réagissent le moins bien aux efforts brusques visant à obtenir des résultats immédiats.

Les sommes affectées à la recherche dans le domaine des sciences de la vie doivent soutenir par priorité la recherche fondamentale, qui est à la base de la science appliquée. Ainsi, le Canada soutiendra la cause du progrès scientifique.

Les changements qui s'annoncent se réaliseront et nous les subirons, quoique nous fassions. Si demain le Canada

cessait de s'intéresser à la biologie, cela ne modifierait pas l'avenir de la science universelle, mais par contre le futur du pays en serait profondément bouleversé. Dans une très grande mesure les recherches qui détermineront notre avenir s'effectueront ailleurs qu'au Canada, et les connaissances qui en découleront ne trouveront d'application ici que dans la mesure où nous nous intéresserons à ce qui s'accomplit ailleurs dans le monde.

L'un des principaux rôles que nos chercheurs en biologie fondamentale devront jouer sera de diffuser et d'interpréter les nouvelles connaissances scientifiques provenant de l'étranger. Ils ne pourront s'acquitter de cette tâche qu'en travaillant activement à l'avant-garde du monde scientifique. Nos biologistes seront alors en mesure d'imposer les faits et la compétence dans des débats souvent dominés par l'émotion. Ils pourront alors, par la diffusion de leurs découvertes et par leur enseignement, faire ressortir à la fois la complexité du monde naturel et la nécessité d'un effort discipliné pour le comprendre. Par leur exemple et leurs réalisations, ils pourront peut-être orienter l'activité d'ensemble des biologistes en fonction des besoins du pays. Même s'ils ne font que cela, ils mériteront un appui croissant.

# Annexes

## Mandat du Consultant en biologie fondamentale

### 1. Généralités

L'étude portera principalement sur le travail effectué par les scientifiques qui s'intéressent aux organismes vivants, à leurs éléments constitutifs ou encore aux groupements d'organismes dans leur milieu, c'est-à-dire aux scientifiques s'intéressant uniquement à la biologie dite fondamentale. La recherche en biologie établit les fondations sur lesquelles s'appuient dans une grande mesure les progrès effectués dans des domaines tels que la médecine, l'agriculture, la foresterie, les pêches, l'exploitation rationnelle de la faune, la protection du milieu ambiant, etc. Ceux qui s'occupent de ces dernières tâches spécialisées font accomplir ou effectuent des recherches d'ordre biologique qui pourraient fort bien être qualifiées de fondamentales: toutefois, comme il s'agit d'objectifs directement rattachés à leur tâche spécialisée, ces travaux seront étudiés dans le cadre d'autres études du Conseil des sciences.

### 2. Mandat

Le Consultant étudiera l'avenir de la recherche biologique fondamentale au Canada. Son exposé devrait répondre aux questions suivantes:

a) Quelle orientation la recherche biologique fondamentale prendra-t-elle d'ici vingt ans?

b) Parmi les principaux problèmes biologiques qui se poseront d'ici vingt ans, quels sont ceux qui semblent les plus passionnants?

c) Selon les scientifiques canadiens, quels seront les principaux problèmes biologiques qui les passionneront d'ici vingt ans?

d) Le Canada dispose-t-il du savoir-faire technique, des structures administratives et des avantages géographiques ou autres qu'il faut posséder pour

s'attaquer aux problèmes dont il vient d'être question?

e) Quel est l'ordre de grandeur des ressources dont il faudra disposer pour travailler efficacement à la solution des problèmes identifiés en b) et c) au cours des deux prochaines décennies?

f) Quelles autres conclusions faut-il tirer dans le même ordre d'idées?

### 3. Sources de renseignements

Le Consultant utilisera tous les renseignements disponibles, y compris l'Étude spéciale sur la biologie fondamentale (données et rapports) entreprise sous la direction du D<sup>r</sup> K.C. Fisher à la demande de la Fédération canadienne des associations de biologie et du Conseil de biologie du Canada.

4. On espère que le Consultant présentera un rapport pouvant paraître sous son nom. Ce rapport, qui serait publié par le Conseil des sciences et qui aurait pour thème «L'avenir de la biologie fondamentale», ferait pendant au relevé intitulé «La biologie fondamentale», rédigé à partir des données de l'étude du D<sup>r</sup> Fisher.

Vue d'ensemble des enquêtes menées auprès des spécialistes des sciences de la vie à l'occasion d'autres études du Conseil des sciences

**1. Rapport du Groupe d'étude sur la recherche forestière**

L'une des principales sources de renseignements en matière forestière a été le questionnaire envoyé à tous les biologistes dans le cadre des études que le Conseil des sciences a faites sur l'agriculture et la biologie. Parmi ceux qui ont répondu, 501 ont déclaré que leur travail portait principalement sur les problèmes de l'exploitation des forêts. De ce groupe, 128 travaillaient dans les universités (les tableaux ne tenaient pas compte des départements).

Les annuaires pour 1969-1970 de diverses universités canadiennes donnent les noms de 84 personnes détenant au moins le rang d'assistant d'enseignement dans les départements ou facultés de foresterie (universités: de la C.-B. 24; Lakehead, 3; Laval, 30; Mémorial, 1; du N.-B., 14; de Toronto, 12). Il y aurait donc eu dans d'autres départements 44 chercheurs qui s'intéressaient à la foresterie.

Comme le questionnaire ne tenait pas suffisamment compte de certains aspects, le Groupe d'étude sur la recherche forestière a largement utilisé les données fournies par des entrevues avec les scientifiques et par des publications des organismes d'État et des universités pour compléter, contrôler et corriger les données fournies par le questionnaire. Il semble qu'on ait ainsi obtenu une très bonne vue d'ensemble de l'activité des spécialistes en foresterie.

**2. Étude spéciale sur la R & D agricole**

L'étude en matière d'agriculture s'est fondée en grande partie sur un questionnaire et a tiré la plupart de ses conclusions des réponses envoyées par 1 869 scientifiques qui ont déclaré que

leur travail portait sur les problèmes agricoles.

Sur ces 1 869 chercheurs, 658 travaillaient dans les universités, 554 en sciences de la vie, 38 en génie rural, 39 en économie rurale et 27 en sociologie rurale. Des 554 spécialistes des sciences de la vie, 349 étaient attachés aux facultés d'agriculture et 209 à d'autres facultés universitaires. Les auteurs de cette étude sur l'agriculture estiment reproduire les vues de plus de 80 p. 100 des scientifiques œuvrant dans le domaine agricole.

#### **Étude spéciale sur la recherche piscicole et faunique**

Les auteurs de l'étude sur la recherche piscicole et faunique ont utilisé plusieurs techniques de collecte des données. Outre le questionnaire «Agriculture-Biologie», ils ont eu recours à des entrevues et à des réunions d'information au cours d'une tournée de six semaines dans les villes que l'on peut considérer comme des centres de recherche piscicole et faunique. Une volumineuse correspondance avec divers scientifiques a permis l'examen de nombreux problèmes. Les tableaux présentent donc des données d'origines diverses. Même s'il est difficile de dénombrer et de nommer les personnes consultées, il ne fait aucun doute que l'enquête en ce domaine a été approfondie. Moins de 10 p. 100 de ces spécialistes travaillaient dans les universités (72 sur 827). Presque toute l'activité est concentrée dans les services de l'État.

#### **4. Étude sur les sciences et la technologie de la mer**

La plupart des scientifiques dont il s'agit ici travaillaient dans le secteur fédéral.

L'étude ne fait état que de 56 scientifiques travaillant dans huit universités—37 en biologie marine et 19 en océanographie biologique et halieutique. Nombre de chercheurs qui effectuent des travaux connexes dans de nombreux départements de biologie un peu partout au Canada n'ont pas été inclus.

#### **5. Étude sur l'évolution de la physique au Canada (1967)**

Le comité chargé de traiter de la biophysique a défini cette science comme étant «l'étude de problèmes biologiques ou médicaux au moyen des méthodes et des concepts de la physique». L'étude a tenu compte des opinions de biophysiciens répartis dans les divers types de facultés d'au moins 25 universités différentes. Voici, selon les départements, le nombre de biophysiciens (spécialistes possédant le doctorat ès sciences ou l'équivalent) qui ont été consultés: physique, 11; biophysique, 40; génie biologique et médical, 10; chimie, 6; biologie, 10; physiologie et autres spécialités médicales, 47.

Le domaine d'activité des biophysiciens semble avoir été bien examiné. Le nombre de biophysiciens travaillant dans les départements de biologie paraît faible, mais certains petits départements de biologie peuvent ne pas avoir été inclus.

#### **6. Étude sur la chimie et le génie chimique**

L'étude sur la chimie a été faite en très grande partie par l'Institut de chimie du Canada, qui adopte une définition très large du terme « chimie » et a étendu son enquête à la biochimie, la chimie agricole, la chimie alimentaire (nutrition), etc.

En ce qui a trait à la biochimie dans les universités, on a surtout tenu compte des données recueillies par le Conseil des recherches médicales. L'enquête du CRM a touché 160 scientifiques faisant partie de départements de biochimie, tous dans des facultés de médecine. Les chercheurs en biochimie appartenant à d'autres facultés ne semblent pas avoir été tous consultés. Selon l'AUC, dix universités ne possèdent pas de faculté de médecine en mesure de décerner des diplômes du second cycle en biochimie. Plusieurs de ces universités comptent des chercheurs en biochimie dans leurs départements de biologie, de biochimie ou de chimie.

L'Institut de chimie du Canada a confié à un comité l'étude de la chimie agricole et de l'alimentation. Ce comité ayant apparemment éprouvé de la difficulté à se procurer des données statistiques pertinentes grâce au questionnaire portant sur la chimie, utilisa les données fournies par des organismes comme le BFS, l'ICC, la CASCC et l'Index de la recherche en Ontario.

### 7. Étude sur la psychologie au Canada

Pour son étude, l'Association de psychologie du Canada a utilisé une série de questionnaires afin de joindre tous les psychologues canadiens sans exception. Elle a obtenu de la sorte des renseignements sur 656 psychologues participant à des travaux de recherche, y compris 250 directeurs de recherche s'occupant de programmes autonomes de recherche.

Dans le cadre de son étude sur la situation de la psychologie dans les universités canadiennes, l'Association canadienne de psychologie a obtenu certains renseignements des directeurs

des 33 départements universitaires canadiens qui offraient des cours de psychologie au premier cycle ou aux cycles supérieurs en 1966. Le personnel de ces départements se composait alors de 195 personnes ayant au moins le rang d'assistant d'enseignement, et de 222 personnes au-dessous de ce niveau. On n'a pas fait entrer dans le relevé les travaux de psychologie effectués dans les départements de biologie ou de médecine.

### 8. Rapport sur la recherche en génie

Ce rapport porte sur les sciences appliquées. On a envoyé des questionnaires aux directeurs des départements de génie de 23 universités. Parmi le personnel concerné, 14 personnes se livraient à des recherches en génie biochimique et en transformation de produits alimentaires, 43 en génie biologique et médical et 19 en «aménagement du milieu». On n'a pas étudié séparément le cas des ingénieurs en biophysique.

**Tableau n° 1—Nombre de biologistes et de spécialistes voisins consultés lors de l'exécution d'études du Conseil des sciences, la biologie fondamentale exceptée.**

|                   | Secteur public |       | Facultés        |                 | Industrie | Total   |
|-------------------|----------------|-------|-----------------|-----------------|-----------|---------|
|                   | fédéral        | prov. | Arts et Sc.     | Autres facultés |           |         |
| Agriculture       | (935)          | (204) | (209)           | (449)           | (60)      | (1869 ) |
| Forêts            | (374)          | (105) | (210)           | (100)           | (510)     | (1089)  |
| Pêches et Faune   | (514)          | (217) | 72              | —               | (17)      | (827)   |
| Science de la mer | (121)          | n.d.  | 56 <sup>1</sup> | —               | n.d.      | —       |
| Génie biologique  | n.d.           | n.d.  | 0               | 76              | 1         | —       |
| Biochimie         | n.d.           | n.d.  | 0               | 160             | n.d.      | —       |
| Biophysique       | 37             | n.d.  | 10              | 114             | 4         | 165     |
| Psychologie       | —              | —     | 0               | 0               | —         | —       |

Note: n.d. Donnée non disponible; — Ne s'applique pas; ( ) Comprend quelques ingénieurs, chimistes, économistes et statisticiens.

<sup>1</sup>Comprend certains scientifiques inclus dans le rapport «La recherche piscicole et faunique» plus particulièrement les spécialistes en écologie marine travaillant dans les établissements du littoral.

Groupes ayant présenté des rapports sur la biologie fondamentale au Canada

Soixante-huit spécialistes en biologie ont préparé des rapports dans le cadre de la présente étude. Le nom des directeurs de groupe est suivi d'un astérisque.

## 1. Biologie structurale

|   |  |
|---|--|
| a) Morphologie animale:                           | J.E.P. Gilman (Université de Guelph)   |
| b) Morphologie végétale:                          | T.W. Steeves* (Université de la Saskatchewan)<br>K.E. von Maltzahn (Université Dalhousie)  |
| c) Taxonomie animale<br>(sauf celle des insectes) | C.C. Lindsey* (Université du Manitoba)<br>E.L. Bousfield (Musée national des sciences naturelles)<br>I.A. McLaren (Université Dalhousie)                             |
| d) Entomologie systématique                       | C.E. Atwood* (Université de Toronto)<br>H.F. Howden (Université Carleton)<br>G.G.E. Scudder (Université de la Colombie-Britannique)                                  |
| e) Paléontologie:                                 | F.L. Staplin* (Imperial Oil Ltd., Calgary)<br>Jaan Terasmae (Université Brock)<br>L. S. Russel (Royal Ontario Museum, Toronto)                                       |
| f) Taxonomie végétale:                            | J.H. Soper* (Musée national des sciences naturelles)<br>J.B. Phipps (Université Western Ontario)<br>D.B.O. Savile (Institut des recherches sur les végétaux, M.A.C.) |

## 2. Écologie

|  |  |
|--|--|
| a) Écologie des vertébrés:   | P.A. Larkin* (Université de la Colombie-Britannique)<br>D. Pimlott (Université de Toronto)<br>W.E. Ricker (Office des recherches sur les pêcheries)  |
| b) Écologie des invertébrés:<br>(sauf celle des insectes)<br>Parasitologie<br>Limnologie et océanographie<br>biologique: | F.H. Rigler* (Université de Toronto)<br>L.M. Dickie (Institut Bedford, Office des recherches sur les pêcheries)<br>R.S. Freeman (Université de Toronto)  |
| c) Écologie entomologique:   | E.J. LeRoux* (Direction de la recherche, M.A.C.)<br>C.S. Holling (Université de la Colombie-Britannique)<br>K.E.F. Watt (Université de la Californie-Davis)<br>W.G. Wellington (Université de Toronto) |
| d) Écologie végétale:  | J.C. Ritchie* (Université Dalhousie)<br>J.S. Rowe (Université de la Saskatchewan)<br>G.A. Yarranton (Université de Toronto)  |

---

### 3. Sciences physiologiques

---

- a) Physiologie des vertébrés: D.W. Clarke\* (Université de Toronto)  
W.S. Hoar (Université de la Colombie-Britannique)  
J.A. Stevenson (Université Western Ontario)
- b) Physiologie des invertébrés: A.S. West\* (Université Queen's)  
G.O. Mackie (Université de Victoria)  
J.L. Auclair (Université de Montréal)
- c) Physiologie végétale: A.C. Neish\* (Laboratoire régional de l'Atlantique du CNRC)  
D.R. McCalla (Université McMaster)  
E.R. Waygood (Université du Manitoba)
- d) Biologie du comportement: J.B. Falls\* (Université de Toronto)  
P.H.R. James (Université Dalhousie)  
M.H.A. Keenleyside (Université Western Ontario)
- 

### 4. Biologie moléculaire et cellulaire

---

- a) Biochimie: D.S. Layne\* (Université d'Ottawa)  
S.H. Zbarsky (Université de la Colombie-Britannique)
- b) Génétique: C.O. Person\* (Université de la Colombie-Britannique)  
H.B. Newcombe (Energie atomique du Canada, limitée)  
J.W. Boyes (Université McGill)
- c) Génétique moléculaire: L. Siminovitch\* (Université de Toronto)  
D. Suzuki (Université de la Colombie-Britannique)  
S.F. Threlkeld (Université McMaster)
- d) Biologie cellulaire: J.F. Morgan\* (Université de la Saskatchewan)  
R.M. Hochster (Ministère de l'Agriculture du Canada)
- e) Microbiologie: A.C. Blackwood (Collège MacDonald, Université McGill)  
J. de Repentigny (Université de Montréal)  
R. Knowles (Collège Macdonald, Université McGill)
- f) Virologie: V. Pavilanis (Université de Montréal)
- g) Immunologie: B. Cinader\* (Ontario Cancer Institute)  
A. Schon (Université McGill)  
A.C. Wardlaw (Université de Toronto)
-

---

**5.**

---

|                            |  |
|----------------------------|--|
| a) Pharmacologie:          | W.C. Stewart* (Centre de recherche pour la<br>défense, Suffield)<br>J.D. McColl (F.W. Horner Ltd., Montréal)<br>J.M. Parker (Université Western Ontario) |
| b) Nutrition:              | L.E. Lloyd (Université du Manitoba)  |
| c) Pathologie végétale:    | B.H. MacNeill* (Université de Guelph)<br>W.B. Mountain (Ministère de l'Agriculture<br>du Canada, Vineland, Ontario)                                      |
| d) Pathologie animale:     | R.J. Avery (Institut de recherches vétérinaires,<br>Ministère de l'Agriculture du Canada)  |
| <b>6. Biomathématiques</b> | P. Robinson* (Ministère de l'Agriculture du<br>Canada)<br>J.W. Hopkins (Conseil national de recherches)<br>J.E. Paloheimo (Université de Toronto)        |

---

## Annexe n° 4

## Associations nationales pour les sciences de la vie

| Associations s'intéressant aux sciences de la santé     | Date de fondation |
|---|-------------------|
| Association médicale canadienne                         | 1867              |
| Defense Medical Association of Canada                   | 1892              |
| Canadian Tuberculosis & Respiratory Disease Association | 1900              |
| Canadian Dental Association                             | 1902              |
| Association des médecins de langue française du Canada  | 1902              |
| Canadian Pharmaceutical Association Inc.                | 1907              |
| Canadian Public Health Association                      | 1912              |
| Société can. de pédiatrie                               | 1922              |
| Canadian Institute of Public Health Inspectors          | 1923              |
| Canadian Paediatry Association                          | 1924              |
| Canadian Dermatological Association                     | 1926              |
| Royal College of Physicians & Surgeons, Canada          | 1929              |
| Canadian Physiological Society                          | 1935              |
| Société canadienne de rhumatologie                      | 1936              |
| Canadian Association of Radiologists                    | 1937              |
| Canadian Ophtalmological Society                        | 1937              |
| Canadian Anaesthetists Society                          | 1943              |
| Canadian Urological Association                         | 1944              |
| Society of Obstet. and Gynecologists Canada             | 1945              |
| Canadian Association of Pathologists                    | 1945              |
| Société canadienne de cardiologie                       | 1947              |
| Canadian Society of Hospital Pharmacists                | 1947              |
| Canadian Society of Plastic Surgeons                    | 1947              |
| Association canadienne des vétérinaires                 | 1948              |
| Association canadienne d'orthopédie                     | 1948              |
| Canadian Academy of Allergy                             | 1940              |
| Association des psychiatres du Canada                   | 1951              |
| Canadian Association of Phys. Med. and Rehabilitation   | 1952              |
| Canadian Psychoanalytic Society                         | 1952              |
| College of Family Physicians of Canada                  | 1954              |
| Canadian Association of Anatomists                      | 1956              |
| Pharmacological Society of Canada                       | 1956              |
| Canadian Association of Medical Bacteriologists         | 1961              |
| Société canadienne de recherches cliniques              | 1961              |
| Canadian Medical and Biological Engineering Society     | 1965              |
| Canadian Society for Immunology                         | 1966              |

| <b>Associations ne s'occupant pas primordialement des sciences de la santé</b> | <b>Date de fondation</b> |
|--|--------------------------|
| Société royale du Canada   | 1882                     |
| Alpine Club of Canada  | 1906                     |
| Institut canadien des forestiers   | 1908                     |
| Institut agricole du Canada  | 1920                     |
| Association canadienne-française pour l'avancement des sciences                | 1923                     |
| Canadian Phytopathological Society   | 1929                     |
| Société canadienne de pédologie  | 1931                     |
| Société canadienne de psychologie  | 1939                     |
| Institut nord-américain de l'Arctique  | 1944                     |
| Entomological Society of Canada  | 1950                     |
| Canadian Institute of Food Technology  | 1951                     |
| Canadian Society of Animal Production  | 1951                     |
| Canadian Society of Microbiologists  | 1951                     |
| Agricultural Pesticide Technical Society                                       | 1953                     |
| Canadian Society of Agronomy   | 1954                     |
| Genetics Society of Canada   | 1955                     |
| Canadian Society for Horticultural Science                                     | 1956                     |
| Canadian Biochemical Society   | 1957                     |
| Fédération canadienne des associations de biologie*                            | 1957                     |
| Nutrition Society of Canada  | 1957                     |
| Canadian Society of Plant Physiologists  | 1958                     |
| Société canadienne de biologie faunique et halieutique                         | 1958                     |
| Société canadienne des zoologistes   | 1961                     |
| Canadian Botanical Association   | 1963                     |
| Canadian Society of Cell Biology   | 1966                     |

\*Ne groupe que les représentants d'autres associations nationales.

## Associations provinciales ou régionales pour les sciences de la vie

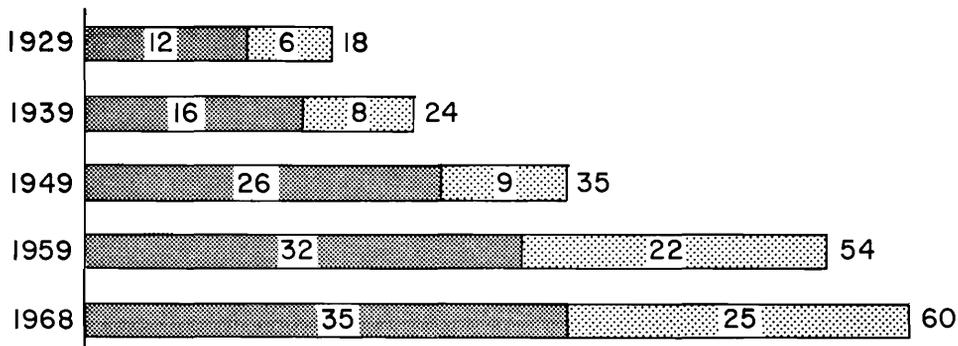
| Nom   | Date de fondation |
|---|-------------------|
| Medical Society of Nova Scotia                          | 1854              |
| Nova Scotia Institute of Science                        | 1862              |
| Entomological Society of Ontario                        | 1863              |
| Ontario Dental Association                              | 1867              |
| Collège des pharmaciens de la province de Québec        | 1870              |
| Ontario Veterinary Association                          | 1874              |
| Manitoba Pharmaceutical Association                     | 1878              |
| Ontario Medical Association                             | 1880              |
| New Brunswick Medical Society                           | 1880              |
| Manitoba Veterinary Medical Association                 | 1881              |
| New Brunswick Pharmaceutical Society                    | 1884              |
| Manitoba Dental Association                             | 1885              |
| New Brunswick Dental Society                            | 1890              |
| Dental Association of Prince Edward Island              | 1891              |
| Saskatchewan Pharmaceutical Association                 | 1892              |
| Nova Scotia Dental Association                          | 1893              |
| Canadian Medical Association, British Columbia Division | 1900              |
| Collège des médecins vétérinaires du Québec             | 1902              |
| Entomological Society of British Columbia               | 1902              |
| Alberta Dental Association                              | 1905              |
| Alberta Veterinary Medical Association                  | 1905              |
| College of Dental Surgeons of Saskatchewan              | 1906              |
| British Columbia Veterinary Medical Association         | 1907              |
| Manitoba Medical Association                            | 1908              |
| Société de protection des plantes du Québec             | 1908              |
| British Columbia Dental Association                     | 1909              |
| Alberta Pharmaceutical Association                      | 1911              |
| Nova Scotia Veterinary Medical Association              | 1913              |
| Acadian Entomological Society                           | 1915              |
| Newfoundland Dental Association                         | 1915              |
| New Brunswick Veterinary Medical Association            | 1919              |
| Prince Edward Island Veterinary Medical Association     | 1920              |

|   |            |
|---|------------|
| Corp. des ingénieurs forestiers du Québec               | 1921       |
| Association médicale de la province de Québec           | 1922       |
| Newfoundland Medical Association                        | 1924       |
| Canadian Public Health Association, Saskatchewan Branch | 1926       |
| Medical Society of Prince Edward Island                 | avant 1929 |
| Ontario Association of Pathologists                     | 1938       |
| British Columbia Psychological Association              | 1938       |
| Association forestière québécoise                       | 1939       |
| Entomological Society of Manitoba                       | 1945       |
| Association des médecins de lab. du Québec              | 1946       |
| Saskatchewan Institute of Agrologists                   | 1946       |
| British Columbia Institute of Agrologists               | 1947       |
| Alberta Institute of Agrologists                        | 1947       |
| Ontario Psychological Association Inc.                  | 1947       |
| Ontario Public Health Association                       | 1949       |
| Alberta Society of Pathologists                         | 1950       |
| Société entomologique du Québec                         | 1950       |
| Entomological Society of Alberta                        | 1952       |
| Entomological Society of Saskatchewan                   | 1952       |
| Saskatchewan Association of Pathologists                | 1955       |
| Corp. des psychologues de la province de Québec         | 1956       |
| New Brunswick Association of Pathologists               | 1959       |
| Ontario Institute of Professional Agrologists           | 1960       |
| New Brunswick Psychological Association                 | 1962       |
| Psychological Society of Saskatchewan                   | 1967       |

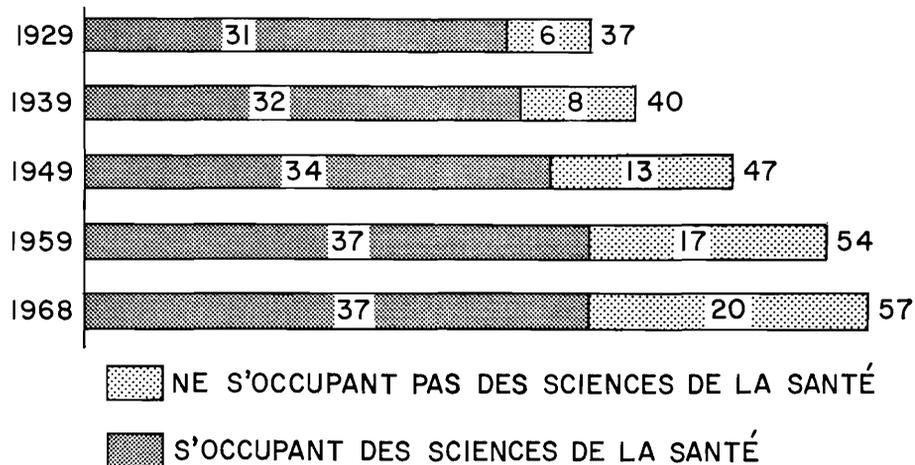
*Source* : Les associations scientifiques et techniques du Canada. Bibliothèque scientifique nationale, CNRC-10625, 1968.

Figure n° 1—Augmentation du nombre des associations canadiennes pour les sciences de la vie

ASSOCIATIONS NATIONALES



ASSOCIATIONS PROVINCIALES



Source: Les associations scientifiques et techniques du Canada. Bibliothèque scientifique nationale. CNRC-10625, 1968.

## Bibliographie

Asimov, Isaac. 1962. *Fact and Fancy*. Doubleday, Toronto.

Asimov, Isaac. 1962. *The Intelligent Man's Guide to the Biological Sciences*. Basic Books, N.Y.

Calder, Nigel (sous la direction de) 1965. *The World in 1984*, Vol. 1 et 2, Pelican Orig., Penguin Books.

Clarke, Arthur C. 1968. *Profiles of the Future*, Harper & Row Publ. Inc. N.Y.

Dubos, René. 1968 *So Human an Animal*. Scribner's & Sons, N.Y.

Dobzhansky, T. 1962. *Mankind Evolving: The Evolution of the Human Species*. Yale University Press, New Haven.

Gérardin, Lucien. 1968 *Bionics*. McGraw-Hill, N.Y.

Handler, Philip (sous la direction de) 1970. *Biology and the Future of Man*. Oxford Univ. Press, N.Y.

Huxley, Aldous. 1932. *Brave New World* (Le Meilleur des mondes) Harper & Row Publ. Inc., N.Y. (publié aussi en livre de poche)

Jeans, Sir James. 1929. *The Universe Around Us*. Cambridge University Press

Lukasiewicz, J. 1970. « A new role for Canada: warning post against rampant technology? » *Science Forum*, Vol. 3 n° 1.

Morris, Desmond, 1967. *The Naked Ape: a Zoologist's Study of the Human Animal*—(Le Singe Nu). McGraw-Hill, N.Y. (publié aussi en livre de poche)

Conseil national de recherches. 1969. Rapport annuel sur l'aide à la recherche universitaire 1968–1969. NRC-10784, Ottawa.

Conseil national de recherches, 1969. Rapport du Président 1968-1969. Ottawa.

Pimlott, D.H., C.J. Kerswill et J.R. Bider. 1970. La recherche piscicole et faunique. Étude spéciale n° 15, Conseil des sciences du Canada—Information Canada, Ottawa.

Rosen, Robert. 1967. *Optimality Principles in Biology*. Butterworth's London.

Rosenfeld, Albert. 1969. *Second Genesis: The Coming Control of Life*. Prentice-Hall, New Jersey.

Taylor, Gordon R. 1968. *The Biological Time Bond*. Thames & Hudson, London.

Wells, H.G. 1933. *The Shape of Things to Come* (Scènes de la vie future) Macmillan. N.Y.

# Publications du Conseil des sciences du Canada

## **Rapports annuels**

**Premier rapport annuel, 1966-67** (SS1-1967F)

**Deuxième rapport annuel, 1967-68**  
(SS1-1968F)

**Troisième rapport annuel, 1968-69**  
(SS1-1969F)

**Quatrième rapport annuel, 1969-70**  
(SS1-1970F)

**Cinquième rapport annuel, 1970-71**  
(SS1-1971F)

## **Rapports**

**Rapport n° 1, Un programme spatial pour le Canada** (SS22-1967/1F, \$0.75)

**Rapport n° 2, La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses:**

**Première évaluation et recommandations** (SS22-1967/2F, \$0.25)

**Rapport n° 3, Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada** (SS22-1968/3F, \$0.75)

**Rapport n° 4, Vers une politique nationale des sciences au Canada** (SS22-1968/4F, \$0.75)

**Rapport n° 5, Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral** (SS22-1969/5F, \$0.75)

**Rapport n° 6, Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique** (SS22-1969/6F, \$0.75)

**Rapport n° 7, Les sciences de la Terre au service du pays—Recommandations** (SS22-1970/7F, \$0.75)

**Rapport n° 8, Les arbres... et surtout la forêt** (SS22-1970/8F, \$0.75)

**Rapport n° 9, Le Canada... leur pays** (SS22-1970/9F, \$0.75)

**Rapport n° 10, Le Canada, la science et la mer** (SS22-1970/10F, \$0.75)

**Rapport n° 11, Le transport par ADAC: Un programme majeur pour le Canada** (SS22-1970/11F, \$0.75)

**Rapport n° 12, Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture** (SS22-1970/12F, \$0.75)

**Rapport n° 13, Le réseau transcanadien de téléinformatique: I<sup>ère</sup> phase d'un programme majeur en informatique** (SS22-1971/13F, \$0.75)

## Études spéciales

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

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

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

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

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

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

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

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

*Étude spéciale n° 8, L'information scientifique et technique au Canada, Première partie*, par J.P.I. Tyas (SS21-1/8F, \$1.00)

*II<sup>e</sup> partie, Premier chapitre*, Les ministères et organismes publics (SS21-1/8-2-1F, \$1.75)

*II<sup>e</sup> partie, Chapitre 2*, L'industrie (SS21-1/8-2-2F, \$1.25)

*II<sup>e</sup> partie, Chapitre 3*, Les universités (SS21-1/8-2-3F, \$1.75)

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

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

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

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

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

*Étude spéciale n° 10, Les sciences agricoles au Canada*, par B.N. Smallman, D.A. Chant, D.M. Connor, J.C. Gilson, A.E. Hannah, D.N. Huntley, E. Mercier, M. Shaw (SS21-1/10F, \$2.00)

*Étude spéciale n° 11, L'Invention dans le contexte actuel*, par Andrew H. Wilson (SS21-1/11F, \$1.50)

*Étude spéciale n° 12, L'aéronautique débouche sur l'avenir*, par J.J. Green (SS21-1/12F, \$2.50)

*Étude spéciale n° 13, Les sciences de la Terre au service du pays*, par Roger A. Blais, Charles H. Smith, J.E. Blanchard, J.T. Cawley, D.R. Derry, Y.O. Fortier, G.G.L. Henderson, J.R. Mackay, J.S. Scott, H.O. Seigel, R.B. Toombs, H.D.B. Wilson (SS21-1/13F, \$4.50)

*Étude spéciale n° 14, La recherche forestière au Canada*, par J. Harry G. Smith et G. Lessard (SS21-1/14F, \$3.50)

*Étude spéciale n° 15, La recherche piscicole et faunique*, par D.H. Pimlott, C.J. Kerswill et J.R. Bider (SS21-1/15F, \$3.50)

*Étude spéciale n° 16, Le Canada se tourne vers l'océan*, par R.W. Stewart et L.M. Dickie (SS21-1/16F, \$2.50)

*Étude spéciale n° 17, Étude sur les travaux canadiens de R & D en matière de transports*, par C.B. Lewis (SS21-1/17F, \$0.75)

*Étude spéciale n° 18, Du formol au Fortran*, par P.A. Larkin et W.J.D. Stephen (SS21-1/18F, \$2.50)

*Étude spéciale n° 19, Les Conseils de recherches dans les provinces, une richesse pour notre pays*, par Andrew H. Wilson (SS21-1/19F, \$1.50)

*Étude spéciale n° 20, Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada*, par Frank Kelly (SS21-1/20F, \$1.00)