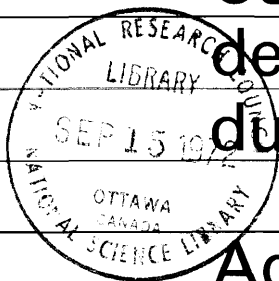


ser
Q21
Q132

17



Conseil
des sciences
du Canada



Août 1972
Rapport n° 17

In vivo -
Quelques lignes
directrices pour
la biologie
fondamentale
au Canada

Août 1972



In vivo -
Quelques lignes
directrices pour
la biologie
fondamentale
au Canada

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

© Droits de la Couronne réservés

En vente chez Information Canada à Ottawa,
et dans les librairies d'Information Canada:
Halifax—1735, rue Barrington
Montréal—1182 ouest, rue S^{te}-Catherine
Ottawa—171, rue Slater
Toronto—221, rue Yonge
Winnipeg—499, avenue Portage
Vancouver—657, rue Granville
ou chez votre libraire

Prix \$1.00
N° de catalogue SS22-1972/17F
Prix sujet à changement sans avis préalable

Information Canada
Ottawa, 1972

Février 1972*

L'Honorable A.W. Gillespie, c.p., député
Ministre d'État aux Sciences et à la Technologie,
Chambre des Communes,
Ottawa, Canada.

Monsieur le Ministre,

En conformité avec les articles onze et treize de la Loi sur le Conseil des sciences, j'ai le plaisir de vous transmettre les vues et recommandations du Conseil au sujet d'une politique d'essor de la recherche fondamentale dans les sciences biologiques. Ces vues et recommandations sont exposées dans le présent rapport intitulé: Rapport n° 17 du Conseil des sciences du Canada: «In vivo – Quelques lignes directrices pour la biologie fondamentale au Canada».

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

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

*Date d'achèvement du manuscrit.

Recommandations

Le Conseil des sciences recommande que:

1° le Conseil national de recherches du Canada demeure le principal organisme fédéral de financement de la recherche et des programmes de formation à la recherche dans les facultés des sciences (page 36);

2° le Comité consultatif du CNRC pour la biologie s'occupe en permanence de la direction, de l'envergure et de la gestion des programmes internes et externes de recherche biologique du CNRC, et qu'à un niveau supérieur, on procède à une analyse quinquennale de tous les travaux des scientifiques de l'État dans le domaine des sciences biologiques (page 39);

3° le CNRC, avec l'aide de son Comité consultatif pour la biologie, étudie soigneusement les meilleurs moyens de réorganiser ses programmes de subventions selon les lignes directrices que nous mentionnons, en tenant compte des aspects suivants; il devrait:

a) analyser plus rigoureusement la capacité de recherche de chaque postulant et utiliser régulièrement des experts de l'extérieur, en vue d'assurer un financement suffisant pour les meilleurs chercheurs, en éliminant les subventions très insuffisantes de certains;

b) étendre le programme de financement à long terme (de trois à cinq ans) pour les chercheurs très féconds, et

c) étendre le programme de subventions concertées aux équipes de recherche, soit en favorisant les équipes déjà établies, ou en en formant de nouvelles (page 40);

4° quand les circonstances seront favorables, le CNRC intéresse les biologistes universitaires à des programmes de recherche appliquée importants pour ses propres programmes internes de recherche biologique à vocation utilitaire (page 42);

5° le CNRC, par le canal de son Comité consultatif, conseille les ministères fédéraux, les universités et les firmes industrielles sur les meilleurs moyens d'établir des liaisons entre ces trois secteurs et de favoriser la mobilité intersectorielle du personnel (page 42);

6° le CNRC, de concert avec son Comité consultatif pour la biologie, conseille les autorités universitaires au sujet de l'expansion des programmes de formation au troisième et au quatrième cycles, favorisant ainsi l'adaptabilité et la formation pluridisciplinaire des biologistes canadiens. Dans ce cadre général, il faudrait que les autorités universitaires accordent une attention particulière à la formation d'un certain nombre d'étudiants dans les disciplines des mathématiques, des sciences physiques et des sciences de l'ingénieur (page 42);

7° le Conseil national de recherches, avec la collaboration de son Comité consultatif pour la biologie, cerne les domaines de la recherche biologique qui méritent une attention spéciale à cause de leur importance pour les besoins canadiens, et, si nécessaire, qu'il encourage le développement de la recherche dans ces domaines par l'attribution préférentielle de subventions et l'orientation des programmes de formation (page 43);

8° le programme interne de recherches biologiques du CNRC conti-

nue à se dérouler selon les lignes directrices actuelles, en accordant une importance spéciale à la recherche appliquée interdisciplinaire entreprise pour étayer les nouveaux programmes spécialisés, et que le CNRC encourage une meilleure collaboration entre ses biologistes et ceux d'autres organismes de l'État, des universités et des firmes industrielles (page 45);

9° le CNRC, de concert avec les bibliothèques universitaires, accroisse ses efforts pour que les biologistes universitaires profitent au maximum des ressources de la Bibliothèque scientifique nationale (page 46);

10° le CNRC continue le soutien qu'il accorde aux revues canadiennes de biologie, et si possible son extension (page 46);

11° les ministères fédéraux à vocation utilitaire limitent leurs propres programmes de recherche biologique fondamentale aux seuls besoins de leurs recherches appliquées (page 50);

12° les ministères fédéraux à vocation utilitaire limitent leur soutien direct des programmes externes de recherche fondamentale aux travaux répondant directement aux besoins du Canada (page 50);

13° les ministères à vocation utilitaire se guident, pour l'allocation des subventions aux biologistes universitaires, sur la pertinence des travaux de recherche de ces derniers pour les programmes à vocation utilitaire des ministères, plutôt que sur la nature des activités de la faculté où la recherche est effectuée (page 51);

14° le CNRC et le Musée national examinent conjointement la situation des études taxonomiques au Canada, en vue d'élaborer des dispositions administratives et de prévoir l'orientation et l'envergure des travaux qui permettraient de répondre aux besoins canadiens actuels et à ceux qui sont prévus (page 52);

15° les activités scientifiques dont les Musées nationaux sont chargés reçoivent des crédits budgétaires distincts de ceux des autres activités des Musées (page 52);

16° on établit une collaboration étroite entre les organismes fédéraux et provinciaux afin de favoriser la recherche faunistique et écologique, et l'élaboration des programmes de formation dans les sciences biologiques (page 55);

17° les biologistes universitaires et les départements de biologie acceptent de remanier leurs programmes de recherche et leurs programmes de formation, en vue d'accroître l'adaptabilité des scientifiques et d'abaisser les cloisonnements internes, par exemple en instituant des formations post-doctorat dans un domaine tout différent de celui de la thèse. Il faudrait faciliter la formation d'équipes de chercheurs et de groupes capables de constituer des centres de spécialisation; il faudrait accroître l'attention accordée à la recherche appliquée, spécialement dans les domaines importants pour le Canada, tout en maintenant de larges débouchés pour une recherche fondamentale efficace (page 59);

18° les biologistes universitaires soient mis au courant aussi complètement que possible des problèmes de la recherche et de la technologie biologiques dans les secteurs de l'État et de l'industrie, grâce au

resserrement de la collaboration et à des visites intersectorielles, et à leur présence au sein des comités consultatifs des ministères et dans d'autres entreprises conjointes. Il faudrait que les étudiants se destinant à des carrières de chercheurs en biologie, et que les étudiants diplômés en biologie préparant leur formation, avant et après doctorat, se rendent compte que la recherche biologique appliquée croîtra probablement plus vite que la recherche fondamentale, et qu'il est possible que la recherche en équipe offre plus de possibilités intéressantes que la recherche strictement individuelle (page 59);

19° le Comité consultatif du CNRC pour la biologie, dont certains membres viendront de l'industrie, étudie les possibilités d'accroître la collaboration des biologistes du CNRC et des universités avec l'industrie canadienne (page 62);

20° le Conseil canadien de biologie et la Fédération canadienne des sociétés de biologie forment une tribune commune pour l'examen des besoins de la recherche biologique et des lignes de conduite à suivre, et consentent à aider le CNRC et les autres organismes fédéraux chargés de choisir les lignes de conduite pour la réalisation des programmes de recherches biologiques du CNRC, et pour déterminer les priorités en recherche et en formation des spécialistes (page 64);

21° les crédits consacrés par le CNRC au financement de la recherche en biologie croissent pendant trois ans au taux annuel de 5 à 10 pour cent, afin de contrecarrer les effets de l'inflation, et pour tenir compte d'un accroissement possible des inscriptions d'étudiants dans les facultés des sciences biologiques (page 65);

22° la collectivité biologique du Canada, par l'intermédiaire de ses associations, et en collaboration avec le CNRC et les autres organismes, commence immédiatement à déterminer les besoins de notre pays et les priorités à établir dans le domaine de la recherche dans les sciences biologiques, et à répartir ses effectifs pour une accélération prochaine de la recherche en ce domaine (page 65).

Table des matières

Recommandations	4
Avant-propos	9
Pourquoi la biologie fondamentale est-elle importante pour le Canada?	11
Situation actuelle de la biologie fondamentale au Canada	17
Statistiques	18
Qualité de la recherche en biologie	21
L'avenir de la biologie fondamentale au Canada	25
Orientation	26
Organisation	26
Envergure de l'effort de recherche	29
Les effectifs	29
Le financement	31
Le rôle du Conseil national de recherches du Canada	35
La biologie et les structures administratives du CNRC	37
Programmes externes du CNRC	39
Les programmes internes du CNRC	43
Les services de documentation du CNRC	45
Les revues scientifiques du CNRC	46
Autres activités du CNRC	46
Le rôle des autres organismes fédéraux	49
Le rôle des gouvernements provinciaux	53
Le rôle des universités	57
Le rôle de l'industrie	61
Le rôle des associations scientifiques	63
Annexes	67
Annexe A	68
Annexe B: Comité consultatif pour la biologie du CNRC	70
Comité de biologie fondamentale auprès du Conseil des sciences	73
Membres du Conseil des sciences du Canada	74
Publications du Conseil des sciences du Canada	77

Avant-propos

Le présent rapport traite surtout de l'activité des quelque 1 200 biologistes de profession, dont un millier combinent enseignement et recherche dans les facultés des sciences (ou des sciences et des lettres), et une centaine travaillent au Conseil national de recherches. La plupart d'entre eux ont obtenu leur doctorat et espèrent mener des recherches à temps plein ou à temps partiel. D'après les critères habituels (qui ne sont pas toujours satisfaisants)¹ on qualifierait la plupart de ces recherches de fondamentales plutôt que d'appliquées. Le Conseil des sciences sait bien que l'on fait également de la recherche biologique fondamentale dans les facultés de médecine, d'agronomie, et dans divers organismes fédéraux spécialisés; il estime qu'elle ne se justifie que si elle sert principalement à étayer les programmes à vocation utilitaire dans les domaines de la santé, de la production des aliments, ou de l'aménagement du milieu environnant. C'est pourquoi son étude est entreprise avec plus de profit dans le cadre des rapports pertinents du Conseil des sciences, déjà publiés².

C'est la raison principale pour laquelle nous nous occupons spécialement des biologistes qui travaillent dans les départements universitaires, les ministères ou l'industrie, c'est-à-dire en dehors des organismes chargés de réaliser des programmes traditionnels. Le Conseil des sciences pense que les biologistes libres de contraintes administratives constituent une réserve de spécialistes auxquels on peut faire appel pour entreprendre des travaux dans des domaines tout nouveaux. De plus, cette façon d'agir a permis d'éclairer bien des problèmes administratifs, car ces biologistes comptent sur les subventions du Conseil national de recherches pour poursuivre leurs recherches.

Le présent rapport s'inspire largement des principes suivis par MM. Larkin et Stephen dans l'Étude spéciale n° 18 effectuée pour le Conseil des sciences³ et appréciée par ce dernier. Ces auteurs s'étaient à leur tour inspirés d'une série d'enquêtes antérieures exécutées par un groupe de vingt-six scientifiques choisis par feu le Dr Kenneth C. Fisher; ces derniers travaillaient dans le cadre de l'étude sur la biologie canadienne entreprise par le Conseil canadien de biologie et la Fédération cana-

¹ Les critères habituels sont ceux qui ont été réunis par l'Organisation de coopération et de développement économiques (Direction des affaires scientifiques, DAS/SPR/68.24, 2^e révision, Paris, 24 mars 1970) sous le titre «Définitions de Frascati». Voir le Rapport n° 18 du Conseil des sciences du Canada: *Objectifs d'une politique de la recherche fondamentale* (sous presse).

² Rapport n° 8 du Conseil des sciences du Canada—*Les arbres... et surtout la forêt*. Information Canada, Ottawa, octobre 1970.

Rapport n° 9 du Conseil des sciences du Canada—*Le Canada... leur pays*. Information Canada, Ottawa, octobre 1970.

Rapport n° 10 du Conseil des sciences du Canada—*Le Canada, la science et la mer*. Information Canada, Ottawa, novembre 1970.

Rapport n° 12 du Conseil des sciences du Canada—*Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture*. Information Canada, Ottawa, mars 1971.

Un rapport sur les sciences de la santé devrait paraître en 1972.

³ P.A. Larkin et W.J.D. Stephen *Du formol au Fortran—La biologie au Canada—Étude spéciale n° 18* réalisée pour le Conseil des sciences du Canada. Information Canada, Ottawa, août 1971.

dienne des sociétés de biologie. Les résultats en ont été publiés par le Conseil canadien de biologie sous le titre de «Panel Reports of the Study of Basic Biology in Canada». Le Comité pour la biologie fondamentale s'est inspiré de ce rapport et des remarques écrites ou orales dues à M. Fisher. Celui-ci et ses collègues avaient examiné les travaux de biologie fondamentale dans un cadre très large, et n'avaient pas distingué entre biologistes travaillant à un programme à vocation utilitaire et les biologistes non engagés dans ces programmes.

Bien des biologistes canadiens auraient certes préféré que l'on s'intéressât autant aux uns qu'aux autres, et les représentants du Conseil Canadien de biologie et de la Fédération canadienne des sociétés de biologie avaient insisté auprès du Conseil des sciences pour qu'il adopte cette formule. Le Conseil des sciences, tout en préférant une autre méthode, souligne qu'il n'existe aucune solution de continuité dans l'éventail de la recherche en sciences biologiques, qu'il n'y a pas de limites précises entre les disciplines classiques de biologie, ou entre la biologie fondamentale et la biologie appliquée. En faisant une distinction entre les biologistes travaillant à un programme thématique et les biologistes non engagés, le Conseil des sciences ne vise pas à minimiser les contributions d'un groupe quelconque, ou l'unité de leur action, ou la valeur de leur collaboration grandissante.

Pourquoi la biologie
fondamentale est-elle
importante pour le Canada?

Les mêmes arguments militent en faveur de la recherche biologique fondamentale et de la recherche fondamentale en général. Ils seront examinés dans un rapport que publiera prochainement le Conseil¹, et qui exposera comment les progrès de la technologie dépendent de l'avancement des recherches fondamentales, bien qu'à court terme elle puisse progresser grâce à des données empiriques, alors que les principes fondamentaux ne sont pas encore déterminés. En tant que Canadiens, nous devons collaborer à l'accumulation de la masse des connaissances fondamentales de l'humanité. Notre apport dépendra de nos ressources pécuniaires et de nos effectifs de spécialistes; si notre effort militaire ou spatial reste modeste, si nos perspectives sont généreuses et clairvoyantes, nous pourrions collaborer plus largement à la recherche fondamentale. Indépendamment de toute philanthropie, nous devons acquérir les compétences nécessaires à l'utilisation des connaissances importées de l'étranger. En l'absence de recherche fondamentale, nous nous exclurions des sphères mondiales de la science de pointe, et nous n'utiliserions qu'incomplètement les nouvelles techniques et assimilerions mal les nouveaux concepts. Si consciencieuse que soit l'analyse de la littérature scientifique, elle ne remplace qu'imparfaitement la participation active à la recherche. Les contacts directs du scientifique avec ses collègues étrangers sont indispensables; les résultats de la recherche constituent une monnaie d'échange. De plus, il nous faut trouver nous-mêmes la solution aux problèmes particuliers au Canada. Personne d'autre ne peut s'en occuper.

Le Conseil des sciences estime qu'à l'avenir la part de l'effort consacré aux sciences biologiques fondamentales s'accroîtra, car il faudra étudier les problèmes de la santé, de la démographie, de la protection des richesses naturelles et du milieu environnant, lesquels sont plus urgents que ceux des sciences physiques. Ce déplacement des centres d'intérêt devra se faire graduellement, afin qu'on puisse élaborer de nouvelles stratégies et réunir les effectifs pour faire face à de nouvelles exigences. À l'avenir, comme dans le passé, les progrès en sciences biologiques et en sciences physiques iront de pair avec les technologies qui en découlent. C'est aux physiciens et aux ingénieurs que nous devons les ordinateurs, les microscopes électroniques, les ultracentrifugeuses, les analyseurs microchimiques automatiques, et aussi bien des instruments employés dans la biologie moderne.

Le Canada, comme les autres pays du monde, a besoin d'accomplir un vigoureux effort dans le domaine des sciences biologiques. Sans doute, beaucoup de nos problèmes sont-ils moins graves que ceux qui se posent à d'autres pays, mais nos meilleurs scientifiques doivent veiller à conserver notre situation privilégiée. Nos eaux intérieures et l'atmosphère de nos villes sont de plus en plus menacées par la pollution, nos plages ont été souillées par le mazout, certaines des plus charmantes espèces de notre faune sont en voie d'extinction. Nous devons nous rendre compte que nos champs et nos forêts ne resteront pas une source

¹ Rapport n° 16 du Conseil des sciences—*Objectifs d'une politique de la recherche fondamentale*. Information Canada, Ottawa (sous presse).

éternelle de richesse sans effort de notre part, mais nous ne connaissons que quelques-uns des moyens qui nous permettraient de protéger ces avantages. Notre pays comprend une partie importante des terres émergées et des eaux littorales du monde, et leurs ressources renouvelables seront de grande valeur si nous savons les exploiter rationnellement. Le Canada est doté de nombreux écosystèmes particuliers, exposés à des dangers qui sont, eux aussi, particuliers et que nous comprenons mal. Nous ne pouvons évaluer, même approximativement, l'apport d'énergie et de matériaux fournis par le sol et l'air à une acre de blé ou à une acre de forêt de résineux. Non seulement nous n'avons pas étudié, mais nous n'avons même pas classé les plus petits organismes vivants, tels que les invertébrés vivant dans le sol et la flore microbienne des eaux douces. Nos connaissances biochimiques se rapportent surtout au corps humain ou à celui des animaux d'élevage, à quelques végétaux cultivés et à quelques espèces microbiennes. De plus en plus, le développement industriel rend plus complexe notre milieu chimique, et nous sommes incapables d'expliquer ou de prévoir des phénomènes tels que la dangereuse transformation bactérienne du mercure déversé dans les eaux en mercure-méthyle, la résistance des insectes aux antiparasites ou la dégradation de nos plages par la prolifération des algues. Nous n'avons pas encore résolu le problème du traitement le plus économique des eaux-vannes ou du tracé le plus judicieux pour les oléoducs, et nous ne savons pas encore si le bouter à lame vaut mieux que les bactéries pour démazouter notre littoral rocheux.

Sans crainte de nous tromper, nous pouvons affirmer que de tels problèmes ne feront que se multiplier, malgré les précautions que pourrait prendre l'industrie. Nous ne pouvons agir par tâtonnements, et nous devons avant tout connaître les systèmes complexes que nous ne pouvons manquer de perturber, et analyser également les effets de notre intrusion. Il s'agit ici d'une compréhension profonde de tous les écosystèmes et non d'une simple observation empirique des rapports entrée-sortie parmi des organismes dont le fonctionnement interne reste mystérieux. C'est une tâche difficile, et la biologie humaine nous l'a déjà prouvé: ce domaine-là garde encore bien des secrets. Si certains problèmes ont pu être directement résolus, d'autres ont exigé un patient travail d'analyse et certains demeurent déconcertants. La recherche médicale, fondamentale et appliquée, a subi bien des déboires et beaucoup de chercheurs ont poursuivi des recherches à l'infini. Mais on ne peut douter que les milliards qui ont été dépensés n'aient porté leurs fruits, et que les bases de plus grands succès n'aient été jetées. Il est temps maintenant que la science biologique s'intéresse à des animaux, des plantes et des microbes qui ont été négligés jusqu'à présent, faute de ressources.

Cela représente un effort considérable, et il sera très difficile d'établir des priorités: on a classé plus de 100 000 espèces canadiennes qui sont des prédateurs ou des proies, ou des compétiteurs aux interactions très nombreuses; il y a là du travail pour plusieurs générations de biologistes. La tâche n'est cependant pas désespérée, car les connaissances fondamentales existent et sont appliquées; on peut donc supposer que les efforts futurs seront fructueux. On peut même s'attendre à des avantages

imprévus, ainsi qu'il en fut pour les enzymes bactériens dont on découvrit l'utilité pour le débridement des plaies infectées, et la valeur (plus douteuse) comme agent de blanchissage du linge, ou pour la sécrétion d'un conifère qui imite si bien une hormone d'insecte qu'on l'a proposée comme parasiticide. Encore plus importante que ces trouvailles fructueuses est notre prise de conscience de l'existence des organismes vivants, depuis les microbes jusqu'à l'être humain. Nous pouvons donc penser que les progrès accomplis dans les sciences de la santé et les sciences agronomiques faciliteront les progrès dans d'autres domaines de la biologie fondamentale et appliquée, sans cependant que le courant des connaissances aille dans un seul sens. Tous les écoliers ont appris que l'élevage expérimental de la drosophile a entraîné des progrès d'une valeur énorme en génétique humaine, animale et végétale.

Mais bien peu de gens savent qu'une révolution en génétique a été déclenchée par l'observation de la mutation d'un microbe sous l'action d'un extrait de la culture d'un autre microbe. Et, sans doute, seuls les biologistes savent que notre connaissance du mode d'excitation d'un nerf et de transmission de l'influx aux muscles et au cœur, découle des expériences faites il y a vingt ans sur les grosses fibres nerveuses du calmar, lesquelles venaient d'être découvertes. Ce furent là des pas de géant, mais tout aussi importants, sinon plus, étaient les travaux de nombreux biologistes étudiant une quantité d'espèces au moyen de techniques nombreuses. Les biologistes canadiens, poursuivant des recherches en biologie fondamentale ou appliquée, eurent en cette matière des rôles respectables, bien qu'ils n'occupassent pas le centre de la scène.

On peut discuter des objectifs nationaux et mondiaux: faut-il donner plus d'importance à la recherche fondamentale en sciences biologiques, afin de mieux servir l'intérêt général, ou insister sur l'application des connaissances fondamentales que nous possédons déjà? La réponse n'est pas simple: les lacunes des connaissances fondamentales ou appliquées peuvent toutes deux freiner le progrès. Beaucoup de biologistes diraient, avec Sir Macfarlane Burnet, que «nous n'avons pas besoin de découvrir de nouveaux principes, mais bien plutôt d'appliquer ce que nous savons aux tâches mondiales les plus urgentes». En pratique cependant, le recours à la recherche fondamentale s'est parfois révélé plus rapide et plus économique que l'utilisation de l'empirisme pour résoudre un problème. Il est vrai également que les chercheurs qui font actuellement de la recherche fondamentale perçoivent les applications des résultats qu'ils escomptent; c'est pourquoi le temps mort entre la découverte et son application diminue. En fait, beaucoup de biologistes canadiens s'attaquent à des problèmes qui ont des aspects fondamentaux et appliqués, ou bien étudient alternativement les uns et les autres. Par conséquent, le scientifique qui poursuit de la recherche fondamentale ne se retire pas pour autant dans sa tour d'ivoire, mais au contraire il contribue à élucider des problèmes pratiques urgents.

Cependant, on peut soutenir avec vraisemblance que les biologistes œuvrant dans des universités canadiennes ont fait plus de recherche appliquée que de recherche fondamentale. Selon le Conseil des sciences, les universités accordent trop d'importance à la recherche fondamentale

et trop peu à la recherche appliquée. Il est vrai que, dans le passé, les perspectives d'avancement universitaire incitaient les biologistes à accomplir des programmes de recherche fondamentale intéressant l'étranger, plutôt que des recherches de qualité, fondamentales ou appliquées, sur des problèmes particuliers à notre pays. On ne peut faire fi des raisons évidentes de cette préférence, d'autant que beaucoup de nos biologistes les plus compétents ont reçu tout ou partie de leur formation à l'étranger.

Tout scientifique doué d'ambition souhaite faire des découvertes d'importance mondiale et maintenir son pays dans le groupe de tête de la science. Cependant, si tous les biologistes universitaires dédaignaient l'étude des organismes et écosystèmes si importants pour notre pays, comment pourrions-nous former des jeunes chercheurs compétents pour résoudre nos propres problèmes? Bref, ici comme ailleurs, les universitaires doivent mener à bien d'excellents programmes de recherche, tant fondamentale qu'appliquée.

Situation actuelle de la biologie fondamentale au Canada

Statistiques

Ainsi que nous l'avons déjà mentionné, le présent rapport porte sur 1 200 chercheurs non engagés. La plupart d'entre eux sont des chercheurs à temps partiel dont l'activité principale est l'enseignement; ils œuvrent parfois au sein d'un comité ou s'occupent d'administration. Les techniciens, les étudiants des 2^e et 3^e cycles et les titulaires d'une bourse post-doctorale ne sont pas compris dans ces 1 200 biologistes, bien qu'ils constituent un élément important de la collectivité des chercheurs en biologie.

Le Conseil national de recherches est de loin la source officielle la plus importante de crédits pour la recherche en biologie: il alloue 20 pour cent de ses fonds pour subventions externes aux programmes de recherche biologique, et peut-être dix pour cent de ses crédits internes aux programmes de recherche biologique intra-muros. Sur la recommandation des quatre comités de biologie¹, le CNRC a alloué des subventions pour un montant d'environ 9.8 millions de dollars en 1971-1972, surtout aux biologistes des facultés d'agronomie, et en moindre proportion à ceux des facultés de foresterie, de médecine, de pharmacie, etc. Le CNRC a accordé des subventions concertées de longue durée à des groupes de scientifiques, a financé le Programme biologique international et a octroyé des bourses pour un montant de 3.5 millions de dollars. Si l'on ajoute les dépenses de recherches internes du CNRC (1 million de \$), le total atteint environ 14 millions de dollars. Les tableaux n^{os} 1 et 2 et le graphique n^o 1 montrent le montant annuel des subventions externes que le CNRC a consenties aux sciences biologiques depuis 1962. Ainsi que pour la plupart des recherches subventionnées par le CNRC, ces montants ont augmenté rapidement jusqu'en 1968-1969, mais se sont depuis lors à peu près stabilisés malgré les répercussions de l'inflation et le nombre croissant de chercheurs pouvant bénéficier d'une aide.

Des organismes fédéraux autres que le CNRC et des organismes privés ont également subventionné la recherche, mais les biologistes des facultés des sciences en bénéficient rarement. Bien que nous ne possédions pas toutes les données qui s'y rapportent, nous pourrions conclure que le financement direct de la recherche effectuée par le groupe des biologistes non engagés n'a jamais dépassé 18 millions de dollars par an.

Si l'on élargit le domaine de la recherche biologique fondamentale afin qu'il embrasse les travaux exécutés dans les organismes spécialisés et les facultés, mais qu'on exclue la recherche appliquée menée par les facultés et les écoles dont les chercheurs ne sont pas engagés, on trouve que le total des subventions fédérales (y compris celles du CRM²) oc-

¹ Ces quatre comités sont les Comités pour la biologie végétale, la biologie animale, la biologie des populations et la biologie cellulaire. Le Comité de psychologie expérimentale recommande de subventionner des recherches dont la plus grande partie intéresse la biologie, mais elles ne sont pas prises en considération dans le présent rapport.

² Les biologistes travaillant dans les facultés des sciences ont parfois soutenu qu'à mérite égal, le candidat d'une subvention du Conseil des recherches médicales est avantagé par rapport à celui qui s'adresse au CNRC pour des travaux similaires. Nous ne disposons pas des données qui nous permettraient d'étayer ou de réfuter cette opinion; les recherches pour les obtenir seraient fort compliquées.

Tableau n° 1—Subventions du CNRC pour les dépenses courantes et le gros appareillage de la recherche en biologie, de 1962 à 1972*

Années	Nbre de demandes	Nbre de subventions	Montant total des demandes	Montant total des subventions	Montant moyen des subventions
			x 1000 \$	x 1000 \$	en dollars
1971-1972	1 503	1 221	21 802	9 808	8 032
1970-1971	1 504	1 199	20 972	9 833	8 201
1969-1970	1 434	1 146	21 002	9 468	8 261
1968-1969	n.a. [†]	1 089	n.a. [†]	8 568	7 868
1967-1968	1 072	945	11 261	6 831	7 228
1966-1967	952	815	8 971	5 377	6 597
1965-1966	720	571	6 163	3 392	5 941
1964-1965	527	431	4 148	2 761	6 412
1963-1964	387	326	2 672	1 885	5 784
1962-1963	n.a. [†]	272	n.a. [†]	1 717	6 312

*Le tableau comprend toutes les subventions accordées sur la recommandation des comités d'évaluation pour la biologie; elles comprennent les subventions octroyées à des scientifiques travaillant dans les facultés d'agronomie et les départements universitaires de physique et de chimie (160 en 1970-1971). Les subventions concertées de développement, qui ont été instituées en 1967-1968, ne sont pas comprises: elles apparaissent au tableau n° 2. Il n'a pas été possible de calculer le coût de la recherche interne du CNRC en sciences biologiques.

[†] ne s'applique pas

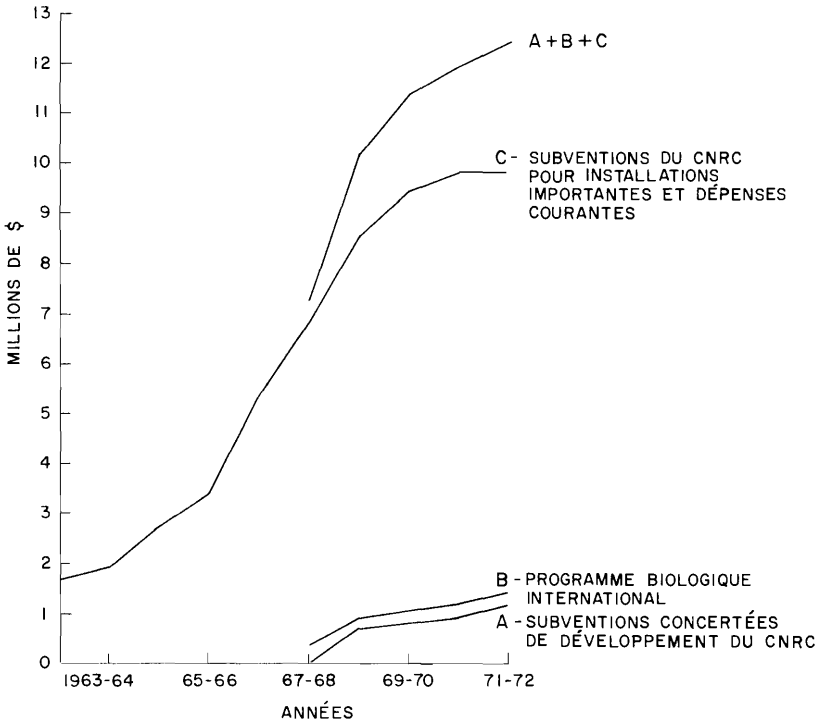
Sources: le Rapport annuel du CNRC sur l'aide financière à la recherche dans les universités a fourni les données sur le nombre de subventions et leurs montants de 1962-1963 à 1969-1970. Toutes les autres données proviennent du Bureau des subventions et des bourses du CNRC.

Tableau n° 2—Subventions concertées de développement et subventions spéciales accordées par le CNRC pour la recherche en biologie

Années	Programme biologique international	Subventions concertées de développement
	x 1000 \$	x 1000 \$
1971-1972	1 407	1 150
1970-1971	1 181	909
1969-1970	1 075	808
1968-1969	896	754
1967-1968	342	61

Sources: Conseil national de recherches—*Rapport annuel sur le soutien de la recherche dans les universités*, et Bureau des subventions et des bourses. Les sommes mentionnées ont été dépensées au cours de l'année indiquée. Le chiffre mentionné pour le FBI en 1972 est une estimation du CNRC. Il n'a pas été possible d'évaluer la proportion des subventions concertées allant à la biologie quand ces subventions étaient octroyées à des domaines pluridisciplinaires, tels que l'océanographie.

Graphique n° 1—Subventions allouées par le CNRC aux programmes externes de recherches biologiques depuis 1962



troyées en ce domaine atteint presque le double du montant indiqué plus haut, donc 35 millions de dollars par an. Cette somme est approximative, car on ne connaît pas les proportions de recherches fondamentales et appliquées accomplies par les deux groupes de biologistes que nous avons distingués, ni la répartition des crédits de recherche des principaux organismes fédéraux entre ces deux aspects de la recherche. Nous n'avons pas cru nécessaire de faire d'estimations plus précises.

La limite entre la recherche appliquée et la recherche fondamentale en sciences biologiques est tracée encore plus arbitrairement que pour les sciences physiques, et les définitions normalisées qu'emploie Statistique Canada n'ont guère de valeur dans le présent contexte. D'ailleurs, le contribuable qui assume le financement du CNRC soutient également les universités qui absorbent une grande partie des crédits pour dépenses indirectes de la recherche en biologie: traitements des spécialistes, entretien des laboratoires, administration et services. L'acquisition des connaissances fondamentales concernant les organismes vivants et les processus biologiques, y compris ceux qui se rapportent au corps humain, coûtent de 1 à 2 dollars par an à chaque Canadien; un tiers environ de cette somme, disons 50 cents, finance les recherches des biologistes non engagés.

Qualité de la recherche en biologie

Le Conseil des sciences croit que la science biologique canadienne occupe une place respectable selon les normes mondiales. La qualité de l'ensemble des travaux est moyenne mais on fait parfois de l'excellent travail, toujours utile, et jamais tout à fait mauvais; en général on apporte «à la masse des connaissances un tribut limité mais de haute qualité»³. Quantitativement, l'effort canadien en recherche biologique, toutes proportions gardées, n'est sans doute pas loin de l'effort moyen des pays dont le niveau de développement est semblable au nôtre. Le Conseil des sciences estime cependant qu'il est insuffisant si l'on tient compte de la superficie du Canada, et de la diversité de ses ressources biologiques.

L'effort canadien de recherches en biologie fondamentale est remarquable dans certains domaines, et moins dans d'autres. Actuellement, les domaines les plus passionnants se situent aux deux extrémités de l'éventail des recherches: la biologie moléculaire qui traite des fondements mêmes de la cellule, et l'écologie qui étudie les associations complexes du monde vivant. Les savants canadiens ont joué un rôle effacé dans les progrès impressionnants réalisés en biologie moléculaire au cours des vingt dernières années et commencent seulement à regagner du terrain. L'écologie n'a pris son essor que plus tard, sous l'impulsion de l'informatique et des nécessités de la protection du milieu ambiant, et les savants canadiens ont largement fait œuvre de pionniers et acquis une position de pointe. Entre ces deux domaines, l'effort canadien a connu des for-

³ P.A. Larkin et W.J.D. Stephen. *Du formol au Fortran—La biologie au Canada—Étude spéciale n° 18*, effectuée pour le conseil des sciences du Canada. Information Canada, Ottawa, août 1971.

tunes diverses. Les progrès en biochimie, physiologie, génétique et pathologie animales et végétales sont intéressants, grâce aux travaux réalisés au cours des dix ou quinze dernières années. Nos biologistes ont obtenu de meilleurs résultats en cytologie qu'en biologie moléculaire, ainsi que des succès notables en immunologie, point de contact entre les deux disciplines. Nos microbiologistes ont fait quelques progrès notoires, bien que les données fondamentales obtenues ne constituent pas encore une base suffisante pour conduire aux applications. La communication entre les différents groupes de biologistes s'est améliorée, mais elle est encore loin d'être parfaite: ils travaillent généralement dans des lieux différents, appartiennent à des associations distinctes, publient leurs articles dans des revues séparées et, même si leurs programmes de recherches embrassent des domaines communs, ils reçoivent des subventions de sources différentes. En biologie moléculaire, nous sortons de la période des tâtonnements, et peut-être en est-il de même pour la biologie théorique et la biologie mathématique, ainsi qu'en éthologie, domaine conjoint des biologistes et des psychologues. Espérons que nos scientifiques contribueront largement à l'expansion nécessaire de la toxicologie, et étudieront les organismes vivants autres que l'homme, les plantes qu'il cultive et les animaux qu'il élève. Tels sont les domaines qu'il faudrait explorer à fond, du niveau moléculaire au niveau écologique, afin d'enrayer l'empoisonnement de secteurs importants de notre environnement.

Il est peut-être surprenant que notre effort soit très insuffisant dans les études descriptives traditionnelles: identification, description, classification et analyse du cycle biologique de nos espèces animales, végétales et microbiennes les moins apparentes. Il fut un temps où ces études constituaient l'occupation favorite des biologistes canadiens. Certains laboratoires de l'État servent encore à ce genre de travaux, mais la plupart des départements universitaires de biologie s'en désintéressent, ne faisant rien pour renouveler les méthodes de la systématique, basées sur les mathématiques et la chimie, et qui ne sont certes pas dénuées de stimulation intellectuelle. Cette lacune ne laisse pas de nous inquiéter. Voici ce qu'écrivent à ce sujet MM. Larkin et Stephen:

«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 faite au Canada d'une façon aussi poussée qu'en Europe... 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 faune⁴.»

Enfin, ainsi qu'on la souvent souligné, de nombreux aspects de la biologie arctique et subarctique constituent des domaines peu explorés. Cependant les moyens d'accès dans le Nord canadien s'améliorent et

⁴ P.A. Larkin et W.J.D. Stephen *ibid.* p. 23.

des jeunes biologistes canadiens de plus en plus nombreux rêvent d'associer la science à l'aventure. L'étude de certains écosystèmes des régions boréales offre un intérêt particulier, parce qu'ils comprennent relativement peu d'espèces, et que celles-ci réagissent immédiatement aux changements de saisons et aux variations des microclimats; on peut donc assez facilement détecter les interactions qui serviraient à l'analyse d'écosystèmes plus complexes. Ceci ne veut pas dire que tous les projets de recherche dans l'Arctique valent d'être soutenus, car on peut y faire du mauvais travail, tout comme ailleurs.

L'avenir de la biologie fondamentale au Canada

Le Conseil des sciences expose ci-dessous ses vues sur l'orientation, l'organisation et l'envergure de la recherche fondamentale en biologie au cours des prochaines années. Il examine particulièrement deux facteurs déterminants de la recherche: les effectifs et le financement.

Orientation

Les biologistes, comme beaucoup d'autres scientifiques, changent continuellement de cap; ils s'aventurent vers des positions avancées, tout en consolidant le terrain conquis. Leur dernière offensive, dont l'élan est encore notable, eut lieu dans le secteur de la biologie moléculaire; la prochaine se déclenchera sur le front de l'écologie. Dans d'autres secteurs, tels que la neurobiologie, la biologie de la croissance et l'immunologie, les biologistes font un effort considérable qui devrait les conduire à des découvertes importantes, permettant de satisfaire certains besoins du Canada et de l'étranger.

Dans leur rapport, MM. Larkin et Stephen ont indiqué que notre pays avait besoin de certaines connaissances particulières en biologie fondamentale. Il nous faut étudier soigneusement nos plus importants écosystèmes naturels et artificiels, évaluer les apports énergétiques et matériels qui les soutiennent, tout en poursuivant les études taxonomiques indispensables sur les plantes, les animaux et les microbes. Les résultats de ces travaux nous permettraient de savoir comment régir et protéger ces écosystèmes, les exploiter de façon optimale et aider à leur restauration. Nos biologistes devront par la suite étudier les principaux organismes vivants de notre pays, aux divers niveaux, depuis leur biologie moléculaire jusqu'à leur écologie, en se servant des techniques perfectionnées de l'analyse des systèmes pour les évaluations et les prévisions. Notre expérience, et celle des autres, montre qu'une meilleure connaissance de notre milieu ambiant frayera de nouvelles voies à la biologie appliquée, et donc suscitera de nouveaux défis pour les générations futures de chercheurs en biologie fondamentale. Nos savants doivent sans tarder se mettre à l'œuvre, pour trouver des applications à la masse des connaissances déjà accumulées.

Organisation

La science fondamentale, par sa nature, se prête moins facilement à l'organisation que la science appliquée; il vaut mieux semble-t-il laisser aux scientifiques le soin de choisir les problèmes qui réclament une solution et d'établir un programme de recherche plus adéquat qu'aucun comité directeur d'institut n'aurait pu le faire. Le Conseil des sciences est du même avis et, dans le rapport sur la recherche fondamentale¹ qui sera publié prochainement, il indique clairement que les chercheurs capables doivent être libres d'œuvrer dans le domaine qui les intéresse le plus, et que les organismes subventionnaires devraient attribuer les sub-

¹ Rapport n° 18 du Conseil des sciences du Canada—*Objectifs d'une politique de la recherche fondamentale*. Information Canada, Ottawa (sous presse).

ventions selon l'évaluation des pairs du chercheur. Le Conseil croit néanmoins qu'une certaine direction centrale serait avantageuse pour la recherche fondamentale et que le rôle des organismes subventionnaires ne doit pas être tout à fait passif. Le degré d'intervention et sa nature devraient être les mêmes pour tous les organismes; les ministères à vocation spécialisée peuvent plus facilement surveiller la recherche qu'ils subventionnent que ne le peuvent le CNRC ou le CRM. Ces derniers cependant, à cause de l'envergure de leurs domaines d'intérêt, ont la responsabilité de la planification à long terme. Nous examinerons ces divergences plus loin. Le Conseil des sciences suggère néanmoins quelques moyens dont les organismes subventionnaires pourraient user pour exercer leur influence:

1° Ils devraient accroître la productivité de la recherche, quantitativement et qualitativement, en encourageant la concentration des travaux dans des centres de spécialisation.

2° Ils devraient veiller à la bonne répartition de l'effort de recherche du pays sans gêner l'essor des centres de spécialisation qui devraient, eux aussi, être largement dispersés. Nous ne reprendrons pas ici les arguments invoqués pour ou contre un certain degré de concentration de l'effort de recherche. Il n'est pas nécessaire que chaque université ou école technique fasse un important effort de recherche, mais chaque région devrait offrir aux étudiants doués les moyens d'aborder une carrière scientifique.

3° Ils devraient orienter l'intérêt des chercheurs en sciences fondamentales vers les besoins de notre pays, en instituant des subventions préférentielles et une politique de formation des chercheurs, en facilitant les relations et les échanges de personnel entre le secteur de la recherche fondamentale et celui de la recherche appliquée, et aussi en accordant des contrats pour certaines recherches particulières. Le Conseil des sciences n'envisage pas le passage en masse des chercheurs de science fondamentale dans le camp de la recherche appliquée, mais il est persuadé que beaucoup d'entre eux découvriront que rendre service à tous leurs concitoyens, et non seulement à leurs collègues, apporte bien des satisfactions.

4° Les progrès de la biologie moderne s'appuient sur des éléments indispensables, comme les services de renseignement, les musées, les services de taxonomie, les appareillages très complexes et les techniciens pour les utiliser, les services spéciaux régionaux et les revues de biologie de haute tenue. Ces services sont coûteux et ne peuvent être doublés aisément. Il incombe aux organismes subventionnaires de s'assurer qu'ils sont à la disposition des chercheurs, et qu'on les utilise judicieusement.

5° La formation universitaire et la recherche fondamentale vont de pair; c'est pourquoi les organismes fédéraux ne devraient pas effectuer les recherches fondamentales que l'on peut mener efficacement dans les universités. Cette remarque s'applique aussi bien au CNRC qu'à d'autres organismes fédéraux employant des chercheurs de profession. Le CNRC, comme n'importe quel autre organisme de recherche, devrait limiter les travaux de recherche fondamentale exécutés dans ses laboratoires aux besoins de ses programmes de recherche appliquée; cependant il est

dans l'intérêt national que le CNRC constitue le principal centre de recherche fondamentale. De même, il ne faut pas qu'un chercheur très compétent travaillant au CNRC ait à solliciter un emploi universitaire s'il désire effectuer de la recherche fondamentale plutôt que des travaux de recherche appliquée. En ce qui concerne la recherche biologique, on croit que le CNRC orientera le principal de ses efforts vers la recherche appliquée, mais non exclusivement. Nous examinerons ce dernier point d'une façon détaillée ultérieurement (p. 43-45).

6° Les organismes subventionnaires devraient encourager les associations de biologie à collaborer activement à l'élaboration des principes généraux et des détails du financement des programmes de biologie fondamentale et appliquée. Le Conseil des sciences ne fait que répéter ici des vues qu'il a déjà émises, particulièrement en approuvant la lettre de son président à l'Association canadienne des physiciens². Pour que les associations puissent mener à bien le rôle qu'elles se sont assigné, il faudrait que l'État complète leurs ressources, grâce aux subventions des Conseils de recherche, ou à celle du ministère d'État aux Sciences et à la Technologie³.

7° Les organismes fédéraux et provinciaux, dont les activités ont trait aux sciences biologiques, devraient utiliser le potentiel des départements de biologie des universités canadiennes et leur octroyer des subventions et des contrats de recherche appliquée, et financer la recherche fondamentale qui pourrait leur être utile à court terme. Hormis ce cas et les circonstances exceptionnelles, c'est au CNRC et au CRM qu'il revient de soutenir la recherche fondamentale.

8° Le CNRC et d'autres organismes scientifiques de l'État qui s'occupent de questions scientifiques d'importance mondiale devraient continuer à favoriser la participation du Canada aux programmes mondiaux de recherche biologique, ainsi que les initiatives de notre pays pour l'aide à la recherche et à la formation des chercheurs dans les pays en voie de développement. Il faut cependant insister sur le premier objectif, auquel le Conseil des sciences attache beaucoup d'importance. Le Conseil estime que la plupart des opinions exprimées dans le présent rapport concordent avec la politique élaborée par le CNRC, et que la récente nomination du Ministre d'État aux Sciences et à la Technologie facilitera l'examen de cette politique au niveau ministériel.

Certains critiques estimeront qu'on accorde trop d'importance au rôle, pourtant modeste, de la direction centrale de la recherche fondamentale; ils préféreraient voir une sorte de «République des sciences» au sein de laquelle la collectivité scientifique déterminerait la hiérarchie des priorités en se basant sur la valeur de chaque projet. D'autres, au contraire, prétendent que la productivité des travaux scientifiques découlerait d'une orientation plus ferme. Le Conseil des sciences admet que

² Lettre ouverte aux physiciens de la part du président du Conseil des sciences du Canada. *Physique au Canada*, volume 26, n° 7, novembre 1970, p. 130-135.

³ De concert avec l'Association des scientifiques, ingénieurs et technologues du Canada (SCITEC), le Conseil des sciences fait une étude sur le rôle des associations dans l'élaboration des politiques des sciences.

les travaux appliqués des chercheurs de l'État et de l'industrie devraient être suivis de près, et que des scientifiques de l'extérieur devraient participer à cette surveillance. S'il s'agit de recherches fondamentales dont on n'attend pas de résultats immédiats, les travaux devraient être dirigés par les spécialistes compétents, mais le Conseil ne pense pas qu'il devrait en être de même pour la recherche universitaire où c'est le chercheur qui établit les plans et méthodes de travail, en tenant compte des ressources locales et de l'opinion de ses collègues des organismes subventionnaires. L'initiative des chercheurs a, bien sûr, ses limites et l'enseignement mandarin existe: on voit fréquemment des chercheurs intelligents et dévoués à leur tâche rester fidèles aux concepts et aux méthodes qui étaient en honneur au début de leur carrière, sans chercher à les renouveler. Cette accusation est parfois exagérée, car la plupart des chercheurs se tournent instinctivement vers les problèmes importants dont le scientifique entreprend l'étude par curiosité. La recherche universitaire que l'on effectue en vue de l'exécution d'un projet donné peut être supervisée plus aisément, surtout si elle est faite sous contrat.

Si l'on applique toutes ces suggestions, les conseils fédéraux de recherches et les ministères devront suivre des normes différentes pour l'orientation de la recherche universitaire: les conseils auront une attitude plus souple que les ministères, lesquels pourraient limiter leurs subventions, à quelques exceptions près, aux recherches concernant les besoins du pays ou leurs propres programmes.

Envergure de l'effort de recherche

L'envergure de l'effort de recherche dépend du nombre et de la valeur des individus qui s'y consacrent, et des ressources dont ils disposent. Ces facteurs déterminent le coût de la recherche. La politique des sciences devrait viser à équilibrer l'offre et la demande des effectifs, en tenant compte des besoins et des coûts. En ce qui concerne la recherche universitaire, l'équilibre sera difficile à atteindre, car les nécessités de l'enseignement sont primordiales, et d'autres dirigeants administrent les programmes. Il y a aussi des lignes de conduite individuelles, celles surtout de ceux qui entreprennent leur carrière scientifique. Avant d'étudier quel devrait être l'effort universitaire de recherche en biologie au cours des prochaines années, il paraît préférable d'analyser la situation de l'emploi, puis celle du financement de la recherche.

Les effectifs

Le Conseil des sciences estime que nous avons besoin d'un plus grand nombre de biologistes; mais comme le nombre des emplois est insuffisant, les promotions actuelles de diplômés suffisent très largement à combler les vacances. Il est néanmoins probable que l'offre d'emplois augmentera, surtout en recherche appliquée, et particulièrement dans le domaine de l'environnement, mais la plupart de ces emplois n'iront pas à des écologistes car, ainsi que nous l'avons précédemment indiqué, l'écologie n'est qu'un des nombreux aspects de l'environnement dont les

problèmes se posent à des niveaux divers. L'offre viendra surtout de l'État et de l'industrie, qui ont tous deux un urgent besoin des données de la recherche appliquée. Cependant, les postes se retrouveront dans les universités, si ces dernières entreprennent des programmes de recherche appliquée, et si l'État et l'industrie acceptent de confier l'étude de problèmes urgents à des scientifiques dont l'activité principale est l'enseignement et qui ne peuvent donc pas toujours accorder la priorité aux travaux de recherche. Cette question doit être débattue entre les responsables des trois secteurs, éventuellement sous l'égide du ministère d'État aux Sciences et à la Technologie. D'autre part, il est probable que le nombre de biologistes non engagés ne s'accroîtra que faiblement. Un récent rapport présenté au Conseil des sciences⁴ montre le danger d'extrapoler les courbes actuelles d'emplois universitaires, il semble actuellement que les inscriptions aux départements de sciences ne s'accroîtront pas de plus de cinq pour cent par an et que la croissance du corps professoral (et de la superficie des laboratoires) ne dépassera pas ce pourcentage. Il est possible que l'intérêt des étudiants pour les sciences biologiques grandisse⁵ et que ce revirement justifie une augmentation plus rapide du corps professoral par comparaison à ce qui se passe dans le domaine des sciences physiques. En conséquence, les écoles supérieures hausseraient leurs normes d'admission, tout en formant plus de diplômés.

Il faudrait que le peuple canadien et les autorités politiques se rendent compte dans un proche avenir qu'il est indispensable de progresser dans tous les secteurs des sciences biologiques, et qu'ils consacrent une part croissante (bien que modeste) des ressources à la croissance rapide de la recherche biologique fondamentale. Cet espoir ne se réalisera sans doute pas à brève échéance, et il semble qu'il se produira une lente augmentation des offres d'emploi en recherche et des effectifs de formation supérieure en biologie. Cette croissance ne s'accélérera que plus tard, quand diverses structures auront été mises en place et que les problèmes se préciseront, particulièrement dans le domaine de l'environnement. On s'intéressera surtout aux biologistes spécialisés en recherche appliquée et il faut que professeurs et étudiants s'en rendent compte. Il est possible que les emplois offerts en biologie fondamentale soient en nombre insuffisant, tout au moins temporairement. On pourrait en ce cas orienter l'excédent de jeunes chercheurs vers d'autres domaines et vers l'enseignement secondaire et post-secondaire, accroître le nombre de bourses post-doctorales, ou affecter temporairement certains jeunes biologistes à des relevés pour lesquels le Canada accuse un retard considérable; non seulement l'apport de connaissances serait appréciable, mais ces débutants découvriraient de nouveaux champs d'action, et peut-être de nouveaux horizons pour la recherche.

⁴ Frank Kelly. *Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada*—Étude spéciale n° 20, réalisée pour le Conseil des sciences du Canada, mars 1971. Information Canada, Ottawa (voir particulièrement les pages 40-41).

⁵ Cette tendance se manifeste depuis une dizaine d'années aux États-Unis et au Canada, ainsi que le montrent les données rapportées à l'Annexe A du présent rapport.

Le Rapport de MM. Larkin et Stephen⁶ dispense des conseils pertinents sur les divers moyens de promouvoir la polyvalence et d'étendre l'expérience des biologistes. Le Conseil des sciences convient qu'il faudrait favoriser la formation en sciences physiques, mathématiques et de l'ingénieur des étudiants en biologie des 2^e et 3^e cycles. Il est peut-être plus facile au physicien d'assimiler des concepts de biologie qu'il n'est au biologiste de se familiariser avec la physique, quoique les deux modes de pensée soient indispensables à la résolution des problèmes à bien des niveaux organiques du monde vivant. Au cours de sa carrière de chercheur, le biologiste devrait étendre son expérience en séjournant de temps en temps dans des laboratoires où l'on effectue des travaux différents de ceux qu'il poursuit. La durée de ces séjours serait variable: pour la plupart des scientifiques, le congé septennal n'est pas satisfaisant. Il n'est pas possible d'abandonner des travaux de recherche pendant un an, et les contacts interdisciplinaires devraient être plus fréquents mais plus courts.

L'État canadien a toujours été le plus grand employeur de biologistes, mais sa politique d'emploi laisse beaucoup à désirer. Le Conseil des sciences est heureux que l'État ait chargé le ministère d'État aux Sciences et à la Technologie d'élaborer un mécanisme permettant de recueillir des données sur les effectifs de cadres spécialisés, afin de régulariser leur emploi.

Le financement

Dans l'épilogue de leur Rapport, MM. Larkin et Stephen font quelques remarques et offrent les avis suivants sur cette importante question:

«Si l'on se fonde uniquement sur les besoins et les problèmes qui s'annoncent, les investissements du Canada au chapitre de la biologie augmenteront considérablement. Les neuf 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 monde⁷. 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 [le rapport date de 1970], on devra quintupler les fonds affectés à la recherche en biologie fondamentale... 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 ou philanthropique. Il importe de se préparer dès maintenant

⁶ P.A. Larkin et W.J.D. Stephen. *Du formol au Fortran-La biologie au Canada*—Étude spéciale n° 18 réalisée pour le Conseil des sciences du Canada. Information Canada, Ottawa, août 1971.

⁷ Ces montants comprennent les subventions accordées aux chercheurs des facultés d'agronomie, de foresterie, etc. Aussi bien qu'à ceux des facultés des sciences.

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-t-il la cause du progrès scientifique⁸.

Le quintuplement des subventions en dix ans équivaldrait à une augmentation annuelle de 20 pour cent, dont 4 à 5 pour cent compenseraient le facteur d'inflation. Le facteur de complexification (utilisation d'appareillage de plus en plus complexe et de personnel très spécialisé) compterait également pour 4 à 5 pour cent, et les 10 ou 12 pour cent restants financeraient l'étoffement des équipes de chercheurs ou l'expansion des programmes de recherche.

L'avis de MM. Larkin et Stephen rejoint celui que le Comité des recherches sur les sciences de la vie de la National Academy of Sciences a donné récemment au gouvernement des États-Unis⁹. Après avoir déploré la réduction des crédits affectés aux recherches biologiques aux États-Unis (on doit remarquer que chaque chercheur des É.-U. reçoit au moins 50 pour cent de plus que son homologue canadien), le Comité a déclaré ce qui suit:

«Selon nos calculs, on a affecté à la recherche, au cours de l'année financière 1970, à peu près 20 pour cent de moins qu'il n'en faut pour occuper complètement et utilement les biologistes hautement qualifiés des É.-U. Nous insistons pour qu'on comble cette lacune le plus tôt possible, et que par la suite les crédits à la recherche augmentent en même temps que les possibilités d'utilisation efficace et judicieuse des fonds. Nous estimons que l'augmentation annuelle de 12 à 15 pour cent, qui a été souvent proposée, constitue une croissance rationnelle, pour autant que la recherche en biologie se développe pour répondre aux nouveaux besoins de la société. Cette croissance permettrait d'employer de plus nombreux diplômés en biologie et étudiants en médecine, d'acquitter les frais de plus en plus élevés de la recherche, dus à la complexité croissante des appareillages nécessaires aux travaux en sciences biologiques, et de contrebalancer l'inflation... Si la recherche universitaire en biologie s'accroît chaque année de 5 pour cent, les offres d'emploi de biologistes dépasseront les demandes pendant au moins dix ans.»

Jusqu'à présent l'avis du Comité de la NAS est resté lettre morte. Si le gouvernement des États-Unis lui donnait suite, et si le gouvernement

⁸ P.A. Larkin et W.J.D. Stephen, *ibid.* p. 63.

⁹ *The Life Sciences*. NAS, Washington, 1970 (p. 25-26). En 1967, le montant moyen des subventions de recherche dans différentes disciplines des sciences biologiques fondamentales se situait entre 11 000 et 23 000 dollars (p. 270). Par comparaison, les biologistes subventionnés par le CNRC ont obtenu en moyenne 7 545 dollars en 1968-1969, plus 3 400 dollars provenant d'autres organismes subventionnaires (Larkin et Stephen, p. 48).

canadien mettait à profit les conseils de MM. Larkin et Stephen, la moyenne des subventions externes accordées aux biologistes canadiens se rapprocherait de celle dont bénéficient leurs homologues américains. Au bout de six ou sept ans, les deux groupes auraient les mêmes ressources, puis les biologistes canadiens prendraient quelque avance.

De telles perspectives sont peu réalistes, et le Conseil des sciences ne croit pas qu'il serait opportun de remettre en vigueur les taux de croissance de naguère pour les chercheurs des sciences fondamentales, y compris les biologistes. Il est plutôt d'avis qu'il faut accorder la priorité aux recherches appliquées répondant aux besoins de notre pays. Il en est de nombreux en biologie appliquée, mais le groupe des biologistes non engagés n'est pas organisé pour y répondre. On ne doit pas les en blâmer, car ils se sont adonnés à la tâche dont ils avaient été chargés, soit la mise sur pied des programmes d'enseignement et de recherche de nos universités en plein développement. Maintenant, de nouvelles tâches les attendent; ils devront orienter une grande partie de leurs efforts vers la recherche appliquée. Ce revirement n'aura pas lieu du jour au lendemain, car il faudra que le groupe des biologistes élabore des plans avec le concours du CNRC et d'autres organismes fédéraux, en vue d'établir la hiérarchie des priorités en recherche et de mettre sur pied les organes nécessaires. Une période de réorientation d'environ trois ans suivra, au cours de laquelle le financement de la recherche menée par des biologistes universitaires œuvrant en dehors des facultés spécialisées, n'augmentera que faiblement. On pourrait alors établir un budget permettant le maintien de l'activité du chercheur compétent moyen qui n'aurait pas à ralentir ses travaux; les crédits tiendraient compte de l'inflation et de l'augmentation du nombre des étudiants en sciences de la vie, et de l'accroissement corrélatif du corps enseignant. Nous ne possédons pas les données statistiques permettant des prévisions exactes, mais il semble que ces facteurs nécessiteraient un accroissement annuel des crédits atteignant entre 5 et 10 pour cent. Par la suite, la qualité et la pertinence croissante des projets nécessiteront une expansion rapide du financement de la recherche. (Il est possible qu'Environnement Canada soit chargé de répartir une partie des crédits supplémentaires accordés à la biologie fondamentale, en fonction des programmes utilitaires qu'il devra mener à bien; il n'appartient pas au Conseil des sciences de tracer les limites des domaines respectifs du CNRC et d'Environnement Canada là où ils se chevauchent).

Nous proposons donc une conversion importante, quoique partielle, des objectifs de la collectivité de biologistes qui fait l'objet du présent rapport. Nous soulignons à nouveau que nous ne proposons pas le message de tous les biologistes faisant de la recherche fondamentale vers la recherche appliquée, ou la mise sous la tutelle d'un organisme central des chercheurs capables de poursuivre seuls les recherches qui les intéressent.

Le Canada, comme d'autres pays du monde, a un besoin toujours croissant de recherches fondamentales de haute qualité; il lui faudra accorder à ceux qui s'y consacrent une assistance plus considérable que celle dont ils ont bénéficié dans le passé. Espérons que beaucoup de

biologistes consacreront leurs efforts et leur talent à la sauvegarde et à l'amélioration de la qualité de la vie, tout en s'attaquant avec enthousiasme à de nouveaux problèmes.

Le rôle du Conseil national de recherches du Canada

Le Conseil national de recherches, par l'intermédiaire de quatre de ses comités subventionnaires, attribue la plupart des fonds que l'État consacre à la recherche en biologie dans les facultés des sciences. Le Conseil des sciences considère que ce mécanisme est satisfaisant.

Avant et après 1969, date de la séparation officielle du CNRC et du CRM, on avait proposé que le CNRC et le CRM associent leurs activités de financement de la biologie dans le cadre d'un Conseil unique de recherches biologiques. Les arguments en faveur de cette fusion n'étaient pas convaincants. Certes, une grande partie de la recherche cytologique ou en biologie du matériel cellulaire, subventionnée par le CRM, est tout aussi fondamentale que celle financée par le CNRC. Mais le CRM finance les travaux exécutés dans les facultés des disciplines de la santé, et comme nous l'avons déjà dit, il faut évaluer ces travaux selon leur pertinence en ce domaine. Par contre, il y a de bonnes raisons favorisant la création d'un organisme fédéral unique pour le financement des recherches en physique et en biologie dans les facultés des sciences. De plus en plus, les physiciens, les chimistes et même les ingénieurs s'occupent des matériaux organiques et des processus biologiques, alors que les biologistes s'appuient de plus en plus sur les théories et les techniques des mathématiques, de la physique et de la chimie. La création d'un organisme subventionnaire unique embrassant ces différents domaines favoriserait leur interaction et permettrait la gestion efficace des programmes interdisciplinaires. Quant aux programmes de formation des chercheurs, ils doivent logiquement dépendre de l'organisme qui subventionne la recherche, dont ils ne peuvent être détachés. Le Conseil des sciences recommande donc **que le Conseil national de recherches du Canada demeure le principal organisme fédéral de financement de la recherche et des programmes de formation à la recherche dans les facultés des sciences**. Cependant, ainsi que nous l'exposerons plus loin, il ne faut pas que le CNRC ait le monopole du financement de la recherche; d'autres organismes devraient y participer dans une moindre mesure; il ne faut pas non plus qu'actuellement il limite ses subventions aux recherches effectuées dans les facultés des sciences. Le CNRC finance une grande partie de la recherche menée dans les écoles d'agronomie, mais bien peu de celle qui est effectuée dans les écoles de médecine. Si cette méthode n'est pas particulièrement logique, elle mérite qu'on continue à l'utiliser en attendant la création d'un Conseil de coordination de la recherche agricole, selon la proposition d'un rapport antérieur du Conseil des sciences¹.

Les biologistes du CNRC accomplissent aussi de la recherche fondamentale dans ses laboratoires. On remplaça la Division de biologie appliquée, où la recherche fondamentale prévalait, par des divisions des sciences biologiques et de radiobiologie; en leur associant des laboratoires de recherche en physique et en chimie, on leur substitua en 1968 une Division de biologie et un Laboratoire de biochimie. En dépit du changement d'étiquette, c'est la recherche appliquée qui a pris pied dans les laboratoires d'Ottawa. Le Laboratoire régional de l'Atlantique, à

¹ Rapport n° 12 du Conseil des sciences du Canada—*Les deux épis ou l'avenir de l'agriculture*. Information Canada, Ottawa, mars 1971.

Halifax, et le Laboratoire régional des Prairies, à Saskatoon, ont toujours réalisé beaucoup de recherches en biologie, dont la plupart étaient de nature appliquée. Ce sont surtout des stagiaires post-doctoraux qui y ont reçu une formation à la recherche.

La plupart des programmes internes de recherche biologique que le CNRC a entrepris se déroulaient, il faut le reconnaître, dans des disciplines auxquelles les autres organismes fédéraux ne s'étaient pas intéressés, pas plus que la plupart des universités canadiennes. C'est sans doute parce que les programmes de recherche biologique du CNRC étaient surtout axés sur les problèmes d'application, mais aussi parce que l'excellence de ses travaux décourageait les chercheurs universitaires moins bien pourvus de moyens matériels.

Outre ses programmes internes et externes de recherche, le CNRC œuvre en de nombreux autres domaines importants pour les biologistes canadiens; il exploite des services d'information dans le cadre de la Bibliothèque scientifique nationale, il soutient les revues canadiennes de recherche et il entretient un Centre de calcul et un Bureau des relations internationales. Nous examinerons ces programmes et ces activités successivement, après quelques remarques préliminaires au sujet de la structure administrative des départements de biologie de CNRC. On pense que le gouvernement fédéral et la direction du CNRC lui-même feront bientôt diverses modifications à son organigramme.

La biologie et les structures administratives du CNRC

La biologie semble être mal représentée dans les hautes sphères du CNRC. Deux membres seulement, sur les dix-huit que compte le Conseil, ont une formation en biologie: l'un est un biologiste universitaire, l'autre est président du CRM et membre associé du CNRC. Aucun des six directeurs n'a reçu une formation en sciences biologiques, et pourtant 23 pour cent du total des subventions du CNRC sont allouées à des biologistes. De nombreuses considérations président au choix des membres et des directeurs du CNRC. Le Conseil des sciences en convient et, bien que ne soumettant aucune proposition officielle à ce sujet, il suggère qu'à l'avenir le CNRC fasse, au sein de sa direction, une place plus large aux sciences biologiques, dont l'importance sociale ne fait que croître.

Quatre comités d'évaluation des demandes de subventions animent le programme de financement externe en biologie: ceux de biologie animale, de cytologie et génétique, de biologie végétale et de biologie des populations. Chaque comité comprend six ou sept biologistes universitaires, dont son président. Il est normal de subdiviser la recherche biologique en quatre secteurs, mais chacun d'eux semble trop vaste pour qu'un comité de six ou sept membres puisse en faire un examen approfondi et distinguer clairement entre les bonnes propositions et les meilleures. Peut-être les comités devraient-ils être plus nombreux ou comprendre plus de membres. Le Conseil des sciences estime qu'ils devraient améliorer leurs méthodes de travail; nous examinerons ce sujet plus loin.

Quand MM. Larkin et Stephen présentèrent leur rapport préliminaire en 1970, ils proposèrent la création d'un haut comité pour

la biologie, lequel réunirait les présidents des comités d'évaluation et les biologistes du Conseil; son rôle aurait consisté à coordonner le travail des quatre comités. Le Conseil des sciences admet la nécessité d'un tel comité, mais estime qu'il faudrait en élargir la composition et le mandat. Le Conseil applaudit à la décision que le CNRC a prise en février 1971, en vue d'établir un Comité consultatif pour la biologie, dont la composition et le mandat sont détaillés à l'annexe B. Certains des membres de ce comité appartiendront à des organismes fédéraux s'occupant de questions biologiques, d'autres au secteur industriel, et il serait opportun que les associations de biologistes y soient largement représentées. Pour exécuter leur mandat, les membres devront fournir un travail ardu et ils devront s'entourer d'un personnel auxiliaire nombreux. Le Comité devra se pencher sur plusieurs questions importantes, telles que l'évaluation des programmes externes et internes du CNRC concernant la recherche biologique en cours de réalisation, le choix des priorités et l'ampleur du financement des nouveaux programmes de recherche biologique et des programmes permanents. Ils devront aussi étudier les liaisons entre le CNRC et les autres organismes fédéraux, les universités et les firmes industrielles, ainsi que la régulation des effectifs scientifiques grâce aux programmes d'enseignement établis en fonction des besoins prévus.

Les membres du Comité consultatif sont nommés par la direction du CNRC, dont ils sont les conseillers éclairés; en effet ces membres connaissent bien les programmes et les plans d'autres organismes fédéraux où ils œuvrent; à leur tour ces organismes recueillent ainsi d'utiles informations; ils devraient avoir également leurs propres groupes consultatifs qui comprendraient des représentants du CNRC. Ces comités consultatifs suivraient de près les programmes et les besoins courants, détermineraient les priorités et soumettraient des plans de campagne; on éviterait tout chevauchement des domaines d'intérêts des groupes appartenant à des organismes différents.

La recherche en sciences biologiques intéresse directement le ministère de l'Agriculture, le ministère de la Santé et du Bien-être social et Environnement Canada, aussi bien que le CNRC et le CRM et, à un degré moindre, le ministère de la Défense nationale et l'Énergie atomique du Canada limitée. Ces organismes ont établi des règles communes pour l'évaluation des projets de recherche universitaire, mais ils restent indépendants pour la planification à long terme de leurs projets. Par conséquent, les lignes de conduite qu'ils suivent et les méthodes qu'ils appliquent pour le financement de la recherche universitaire diffèrent quelque peu. Il faut absolument harmoniser les efforts de recherche en biologie, afin de repérer les lacunes et les chevauchements inutiles, sans perdre de vue le rôle des gouvernements provinciaux, de l'industrie et d'autres organismes du secteur privé. Il serait donc utile de surveiller en permanence les travaux entrepris par les biologistes des organismes de l'État qui n'ont pas de responsabilité d'exécution. Pour que cette analyse synoptique soit aussi complète que possible, il lui faudra s'appuyer sur un personnel scientifique suffisant; tout en négligeant les détails de certains programmes particuliers, elle

devra examiner les principaux aspects de l'effort que notre pays accomplit en sciences biologiques: l'envergure des travaux, la hiérarchie des priorités (sans oublier le maintien de l'équilibre entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée), la répartition de l'effort de recherche entre les secteurs public, universitaire et industriel, et entre les organismes de l'État eux-mêmes, et enfin les grands principes de l'administration de la recherche au niveau fédéral.

Le rôle de la recherche fondamentale en biologie sera ainsi clairement défini en fonction des objectifs nationaux et mondiaux. Une telle analyse synoptique, effectuée tous les cinq ans, fournirait au CNRC et à d'autres organismes une base ferme pour leur planification à long terme. Entre temps, on aura probablement procédé à des études semblables dans d'autres domaines de la science et de la technologie, ainsi qu'à des études particulières sur les résultats de la R & D dans divers secteurs et régions, et sur les grands domaines d'intérêt. Bien que le Conseil des sciences ne soit pas chargé d'indiquer les structures et les méthodes à adopter dans ce contexte, il estime que le ministre d'État aux Sciences et à la Technologie s'intéressera à la coordination à long terme de l'effort scientifique fédéral et qu'il ne négligera pas les sciences biologiques. Le Conseil des sciences recommande donc **que le Comité consultatif du CNRC pour la biologie s'occupe en permanence de la direction, de l'envergure et de la gestion des programmes internes et externes de recherche biologique du CNRC, et qu'à un niveau supérieur, on procède à une analyse quinquennale de tous les travaux des scientifiques de l'État dans le domaine des sciences biologiques.**

Programmes externes du CNRC

Le Conseil des sciences loue le CNRC pour avoir accordé son soutien aux sciences biologiques au cours d'une période pendant laquelle les demandes d'autres scientifiques étaient pressantes, pour avoir réduit au minimum les formalités bureaucratiques au cours de l'étude des demandes de subventions et de bourses, et pour avoir choisi les gens qu'il fallait pour former ses comités d'évaluation des demandes de subventions. Les méthodes d'octroi des subventions se sont améliorées au cours des années récentes, et on peut croire qu'elles s'amélioreront encore, surtout quand le nouveau Comité consultatif pour la biologie exercera son influence. Le Conseil des sciences n'est certainement pas chargé d'indiquer au Comité le genre d'avis qu'il devrait donner. Cependant, les propres études du Conseil des sciences sur le mécanisme actuel des programmes de subventions du CNRC suggèrent que certains aspects devraient être pris en considération par le Comité. Selon l'opinion du Conseil des sciences, un nombre important de travaux de recherche canadiens en biologie sont effectués de façon dynamique et imaginative, et sont couronnés de succès. Mais une grande partie de l'effort est trop morcelé, insuffisamment financé et manque d'imagination; il ne peut faire d'apport suffisant à la masse des connaissances biologiques nécessaires au Canada ou à l'étranger. Ces lacunes de

l'effort canadien de recherches en biologie ne sont pas toutes à mettre au débit des chercheurs; ils pourraient accomplir un meilleur travail si on leur indiquait de meilleures lignes de conduite.

On trouve cependant des différences intéressantes entre les méthodes utilisées par le CNRC et le CRM pour allouer leurs subventions. Les Comités d'évaluation des demandes de subventions du CRM s'appuient toujours sur des analyses confidentielles d'experts de l'extérieur (habituellement deux pour chaque demande), auxquelles les membres du Comité ajoutent leur propre évaluation, avant que ce dernier ne fasse sa recommandation. Les comités d'évaluation des demandes de subvention en biologie du CNRC s'appuient rarement sur cette aide extérieure pour l'analyse des 200 demandes ou plus que chaque comité reçoit. Il semble donc que les membres des comités ne peuvent exercer suffisamment leur sagacité, et qu'en conséquence l'attribution des subventions serait quelquefois aléatoire. C'est sans doute un peu pour cette raison que la proportion des demandes rejetées par les comités du CNRC est beaucoup plus faible que celle qu'on constate au CRM. Il est également probable que les méthodes du CRM facilitent la détection des demandes provenant de chercheurs de mérite supérieur dans toute la série des demandes méritant considération. Au cours des dernières années, ces deux organismes se sont rendu compte qu'il était préférable d'accorder des subventions triennales aux chercheurs de mérite certain, et de fournir des subventions collectives aux équipes de recherche les plus prometteuses. Le Conseil des sciences se félicite de cette tendance, qui constitue un facteur indispensable pour l'étude judicieuse des nombreux problèmes de recherche appliquée ou de recherche fondamentale.

En conséquence le Conseil des sciences recommande **que le CNRC, avec l'aide de son Comité consultatif pour la biologie, étudie soigneusement les meilleurs moyens de réorganiser ses programmes de subventions selon les lignes directrices que nous mentionnons, en tenant compte des aspects suivants; il devrait:**

a) analyser plus rigoureusement la capacité de recherche de chaque postulant et utiliser régulièrement des experts de l'extérieur, en vue d'assurer un financement suffisant pour les meilleurs chercheurs, en éliminant les subventions très insuffisantes de certains;

b) étendre le programme de financement à long terme (de trois à cinq ans) pour les chercheurs très féconds, et

c) étendre le programme de subventions concertées aux équipes de recherche, soit en favorisant les équipes déjà établies, ou en en formant de nouvelles.

Une évaluation plus minutieuse des demandes éliminerait certainement les chercheurs les moins intéressants de la liste des bénéficiaires de subventions. On a souligné avec quelque raison que cette exclusion les découragerait et réduirait la qualité de leur enseignement. Si les évaluateurs locaux le recommandaient, les universités ou les gouvernements provinciaux pourraient néanmoins accorder des subventions modestes à ces chercheurs qui méritent un soutien parce que celui-ci en ferait de meilleurs enseignants. Le coût de ces subventions serait à porter au débit de l'enseignement, plutôt qu'à celui de la recherche.

Il existe également des chercheurs dont les qualités professionnelles sont difficilement évaluées par un comité national, parce qu'ils ne se sont pas préoccupés d'apprendre comment présenter leurs demandes, ou parce qu'ils viennent juste d'entreprendre des recherches indépendantes.

On a l'habitude de dire qu'il faudrait accomplir le plus de recherches possibles dans les centres de spécialisation, au sein desquels les chercheurs les plus capables peuvent rivaliser d'efforts, tout en offrant des occasions aux chercheurs moins capables et en formant des jeunes scientifiques de talent. Cette théorie est valable et elle est parfois mise en pratique. Les administrateurs du CNRC doivent évaluer les chercheurs concernés, les programmes proposés et l'environnement de la recherche pour déterminer si cette méthode est applicable dans certains cas particuliers. Toutes choses étant égales, il semble que le rassemblement des chercheurs dans un seul centre aurait plus de succès s'ils accomplissaient des recherches appliquées plutôt que des recherches fondamentales.

Le CNRC doit suivre des règles spéciales, car il a la charge d'assurer le dynamisme de la science fondamentale au Canada. Les évaluateurs des organismes subventionnaires à vocation utilitaire se basent sur des critères différents, et en particulier ils accordent une attention spéciale à l'applicabilité du programme proposé². Les comités habituels d'évaluation des demandes de subventions du CNRC devraient, lors de l'étude de ces demandes, prendre en considération l'importance scientifique du problème étudié et les probabilités de succès du chercheur. Ils devraient s'occuper d'évaluer le seul mérite scientifique, et non pas essayer de déterminer s'il s'agit d'un programme de recherche fondamentale ou appliquée, s'il s'inspire de la curiosité scientifique ou est à vocation utilitaire. Mais le CNRC, outre son soutien de la recherche fondamentale, devrait également s'efforcer de déterminer quelles sont les entreprises utilitaires d'importance pour notre pays, qui se trouvent nettement en dehors des programmes existants. Le cas échéant, les crédits du CNRC à la recherche à vocation utilitaire pourraient être inscrits sous une rubrique séparée, et utilisés de la même façon que les crédits à la recherche des autres organismes à vocation utilitaire, que le programme soit interne ou externe. Il est bon qu'on invite alors les biologistes non engagés travaillant dans les départements universitaires à s'engager à court ou à long terme pour œuvrer à la réalisation de ce programme utilitaire.

Comme nous l'avons déjà mentionné, au cours de ces dernières années les programmes internes de recherches du CNRC ont été axés sur des thèmes de recherche appliquée tels que la radiobiologie, la culture de cellules de plantes agricoles et la pollution du milieu naturel par les insecticides. À moins que ces programmes ne soient confiés à un autre organisme, le CNRC pourrait, après consultation de son Comité consultatif pour la biologie, les réaliser de concert avec des chercheurs univer-

² Rapport n° 18 du Conseil des sciences du Canada—*Objectifs d'une politique de la recherche fondamentale canadienne*. Information Canada, Ottawa (sous presse), étudie plus en profondeur les critères d'évaluation des programmes de recherche fondamentale.

sitaires, dans le cadre d'un contrat ou d'une subvention. En résumé, le Conseil des sciences recommande **que, quand les circonstances seront favorables, le CNRC intéresse les biologistes universitaires à des programmes de recherche appliquée importants pour ses propres programmes internes de recherche biologique à vocation utilitaire.** (On pourrait dans ce cas ranger sous la rubrique de la «recherche appliquée» les travaux de recherche fondamentale indispensables à la résolution de certains problèmes de recherche appliquée). Le soutien accordé par le CNRC à la contribution canadienne au Programme biologique international (voir page 47) a constitué un exemple récent de cette méthode; il s'agissait d'obtenir des données de comparaison sur la productivité biologique de toute une série d'écosystèmes, grâce à l'utilisation des méthodes donnant des résultats internationalement compatibles, et ceci en vue de faciliter l'évaluation des effets des modifications naturelles du milieu ou de l'intervention humaine sur ce dernier.

Grâce à son rôle de ralliement des effectifs scientifiques et technologiques du Canada pour la satisfaction des besoins économiques et sociaux de notre pays, le CNRC pourrait collaborer à la destruction du cloisonnement presque imperméable qui sépare les chercheurs en sciences biologiques des différents secteurs des universités, de l'État et de l'industrie. Aucun autre organisme ne pourrait mieux remplir ce rôle. En conséquence, le Conseil des sciences recommande que **le CNRC, par le canal de son Comité consultatif, conseille les ministères fédéraux, les universités et les firmes industrielles sur les meilleurs moyens d'établir des liaisons entre ces trois secteurs et de favoriser la mobilité intersectorielle du personnel.**

La souplesse d'action constitue un facteur important dans d'autres circonstances. Par exemple, il faudrait que les scientifiques universitaires puissent se recycler, ou parfois qu'on les y pousse, grâce à des visites plus ou moins longues aux autres centres de spécialisation; ces visites leur permettraient d'acquérir de nouvelles techniques, grâce auxquelles ils pourraient réorienter leur programme de recherche selon des thèmes plus productifs. Nous avons déjà mentionné précédemment que le congé culturel septennal se fait trop longtemps attendre, qu'il est de durée trop longue pour la plupart des chercheurs, et qu'il leur serait préférable d'effectuer des visites plus courtes, mais plus fréquentes. Les Comités d'évaluation du CNRC devraient se montrer généreux pour le financement de programmes judicieux de telles visites, et quelquefois prendre l'initiative de les proposer; il devrait montrer quelque longanimité pour le chercheur qui change l'orientation de ses recherches à la suite de sa visite.

En ce qui concerne les programmes de formation, tant au troisième cycle qu'après le doctorat, il est bien possible que leur envergure soit trop étroite. De plus, il se pourrait qu'un trop grand nombre de candidats aux diplômes supérieurs n'acquière que peu d'expérience en dehors des sciences biologiques. En conséquence, le Conseil de sciences recommande que **le CNRC, de concert avec son Comité consultatif pour la biologie, conseille les autorités universitaires au sujet de l'expansion des programmes de formation au troisième et au quatrième cycles, favo-**

risant ainsi l'adaptabilité et la formation pluridisciplinaire des biologistes canadiens. Dans ce cadre général, il faudrait que les autorités universitaires accordent une attention particulière à la formation d'un certain nombre d'étudiants dans les disciplines des mathématiques, des sciences physiques et des sciences de l'ingénieur.

Le Conseil des sciences estime qu'il n'est pas nécessaire d'accomplir le même effort dans toutes les disciplines de la biologie; de même, il croit qu'il ne faudrait pas laisser entièrement le choix des domaines prioritaires au jugement collectif des chercheurs. Le Conseil des sciences recommande que **le Conseil national de recherches, avec la collaboration de son Comité consultatif pour la biologie, cerne les domaines de la recherche biologique qui méritent une attention spéciale à cause de leur importance pour les besoins canadiens, et, si nécessaire, qu'il encourage le développement de la recherche dans ces domaines par l'attribution préférentielle de subventions et l'orientation des programmes de formation.** Le Conseil des sciences ne croit pas qu'il devrait indiquer ces domaines lui-même, mais il estime cependant que les questions écologiques et les problèmes de notre milieu environnant devraient en faire partie. Nous avons la chance de disposer de moyens humains et matériels dans certaines de ces disciplines, et il faudrait que nous les acquérions dans d'autres. Il n'est peut-être pas indispensable que les scientifiques canadiens rattrapent l'étranger dans tous les domaines de la biologie où notre effort est insuffisant, même s'ils sont scientifiquement pleins d'intérêt et à la mode actuellement; ce sont les besoins de notre pays qui doivent déterminer la hiérarchie des priorités.

Les programmes internes du CNRC

Les quatre divisions du CNRC qui s'occupent largement de biologie rendent des comptes, tout comme les autres laboratoires de cet organisme, au président et au Conseil par le canal d'un conseil d'administration dirigé par le vice-président aux laboratoires; de même que dans le cas des autres activités du CNRC, le déroulement de leurs travaux est analysé par un groupe d'élaboration des programmes et d'analyse, présidé par le délégué général. Ces dispositions administratives, qui remontent à 1968 seulement, semblent rationnelles et efficaces, et on a déjà remarqué qu'elles ont permis la réorganisation des programmes de recherches biologiques des laboratoires d'Ottawa. Cependant, jusqu'à présent, bien qu'on ait fait une réévaluation assez large des priorités internes, il ne semble pas que les dirigeants du CNRC aient présenté un exposé exhaustif de l'envergure de ces programmes de recherche biologique, ni de leurs orientations et de la hiérarchie des priorités. Il serait en effet très difficile d'élaborer actuellement un tel exposé, car de nombreux programmes fédéraux de biologie appliquée ont été confiés à un autre ministère, Environnement Canada. Cependant on espère que le nouveau Comité consultatif du CNRC pour la biologie pourra bientôt offrir des avis utiles au sujet des programmes internes et externes de recherche en ce domaine.

En dépit de ces incertitudes, on peut faire quelques remarques générales sur les conditions actuelles des programmes internes de recherches biologiques du CNRC, et sur les orientations qu'ils suivent. Leur éventail est très divers, allant de la chimie des substances naturelles à l'écologie; les travaux sont de haute qualité, mais on remarque quelques tendances au mandarinisme parmi les chercheurs; l'appareillage et les services techniques dont ils disposent sont très bons; les scientifiques travaillent plutôt par petites équipes qu'individuellement; ils effectuent beaucoup de recherches fondamentales et les nombreux projets entrepris pourraient l'être aussi, en réalité, dans les laboratoires universitaires; cependant l'administration actuelle a nettement tendance à choisir des projets qui s'appuient sur des méthodes interdisciplinaires, surtout s'ils ont une importance sociale ou offrent de belles perspectives techniques. Les programmes actuels des ministères fédéraux s'occupant des richesses naturelles n'empiètent sur les programmes du CNRC que dans quelques cas évidents, et on connaît quelques projets entrepris conjointement par ces ministères et par le CNRC, et plus spécialement par le Laboratoire régional des Prairies. À l'exception des entreprises de ce laboratoire, on remarque peu de collaboration directe du CNRC avec les universités et avec l'industrie; il y a relativement peu d'échanges de biologistes de carrière entre ces deux secteurs et le CNRC. Les scientifiques de ce dernier vont en général à l'étranger pour leurs congés d'études. Le Conseil des sciences est au courant de la participation active des biologistes du CNRC dans les affaires et les revues des associations scientifiques du Canada, mais il serait heureux que les divisions du CNRC s'occupant de science biologique élaborent des plans pour une meilleure collaboration et un échange de personnel des recherches avec les universités.

Le CNRC prévoit que ses biologistes joueront un rôle primordial pour la résolution des problèmes du milieu environnant dans notre pays, et il a obtenu leur collaboration pleine et entière. Le Conseil des sciences estime que ce genre d'entreprise convient au CNRC, et il est heureux que son groupe de biologistes participe aux travaux du Comité associé pour la qualité de l'environnement, qui a été récemment créé par le CNRC. Le Conseil des sciences a déjà exprimé, dans plusieurs de ses publications, son opinion au sujet des divers aspects de la situation du milieu ambiant, et il entend publier un rapport spécial sur ce sujet. Il espère que le CNRC et les ministères fédéraux établiront des passerelles utiles pour œuvrer dans ce domaine, tout au moins à court terme.

Une des passerelles déjà lancées montre bien le rôle prépondérant que pourraient jouer les départements de biologie du CNRC. Il s'agit de la collaboration entre le Laboratoire régional des Prairies, le ministère fédéral de l'Agriculture et l'Université de la Saskatchewan pour la mise au point de techniques de fusion chromosomique, en vue de créer de nouvelles variétés de plantes cultivées et même d'espèces. On pourrait citer d'autres exemples.

Le Conseil des sciences estime que les laboratoires de biologie du CNRC contribueraient de la façon la plus efficace à l'effort scientifique et technologique de notre pays s'il poursuivaient leurs efforts selon les grandes lignes déjà apparentes. Ces programmes devraient viser à la

résolution d'un problème précis plutôt que de se dérouler dans le cadre d'une discipline. Il faudrait utiliser de plus en plus des équipes interdisciplinaires pour résoudre les problèmes qui méritent un effort d'envergure, mais ne se trouvent pas encore dans le cadre des programmes à vocation utilitaire des autres ministères fédéraux. Certaines entreprises limitées, comme la radiobiologie appliquée et la surveillance des inventaires biologiques réalisés en collaboration avec les musées nationaux, pourraient trouver leur cadre naturel dans le CNRC. Mais, en général, l'administration ne devrait pas imposer de programmes permanents aux biologistes qui y travaillent. Leur tâche devrait être plutôt de découvrir et de résoudre, souvent au cours d'une courte période, les problèmes importants qu'on n'étudie pas efficacement ailleurs. Ces problèmes vont probablement se multiplier et prendre de l'envergure, et justifieront certainement la croissance des départements de biologie du CNRC. Bien que la plus grande partie du programme doive consister en recherche appliquée, le CNRC devrait pouvoir entreprendre un plus grand nombre de programmes de recherches fondamentales que ne le ferait habituellement un organisme fédéral chargé d'une mission à long terme. S'il en était autrement, sa structure perdrait de sa souplesse. En conséquence, il apparaît que la proportion des recherches fondamentales par rapport à la recherche appliquée sera plus élevée au CNRC que dans d'autres organismes fédéraux, mais plus faible que dans les universités, lesquelles exécuteront la plus grande partie de la recherche fondamentale canadienne. Les travaux fondamentaux effectués dans le cadre du CNRC seront orientés largement en fonction des programmes existants ou futurs de la recherche appliquée, en prenant soin de donner la plus grande latitude aux chercheurs les plus éminents, afin qu'ils puissent choisir le domaine de leurs recherches. En conséquence, le Conseil des sciences recommande **que le programme interne de recherches biologiques du CNRC continue à se dérouler selon les lignes directrices actuelles, en accordant une importance spéciale à la recherche appliquée interdisciplinaire entreprise pour étayer les nouveaux programmes spécialisés, et que le CNRC encourage une meilleure collaboration entre ses biologistes et ceux d'autres organismes de l'État, des universités et des firmes industrielles.**

Les services de documentation du CNRC

Ces services fonctionnent dans le cadre de la Bibliothèque scientifique nationale, dont le rôle de cheville ouvrière pour la diffusion de l'information aux scientifiques et aux technologues canadiens a été mis en valeur, il y a deux ans, par le Rapport n° 6 du Conseil des sciences³. On a mis en application certaines des recommandations de ce rapport, et il n'est pas besoin de les répéter ici. En même temps, la Bibliothèque scientifique nationale a étendu des services existants et elle en a mis en œuvre de nouveaux: elle a ouvert son service de recherche documentaire aux

³ Rapport n° 6 du Conseil des sciences du Canada—*Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique*. Information Canada, Ottawa 1969.

chercheurs individuels, et elle a poussé l'articulation à l'échelle nationale des fonds scientifiques et techniques des bibliothèques. Le progrès réalisé indique qu'après le déménagement de la Bibliothèque scientifique nationale dans son nouvel édifice en 1973, elle pourra fournir au pays un service de stockage et de saisie de l'information équivalant aux meilleurs de l'étranger. Actuellement, en dépit de la large publicité que le CNRC donne à ses services, les biologistes travaillant hors de la région d'Ottawa ne les utilisent guère. Le Conseil des sciences recommande **que le CNRC, de concert avec les bibliothèques universitaires, accroisse ses efforts pour que les biologistes universitaires profitent au maximum des ressources de la Bibliothèque scientifique nationale.**

Les revues scientifiques du CNRC

Le CNRC publie dix Revues canadiennes de la recherche, sous la direction d'un comité permanent. Six de ces publications, les Revues canadiennes de biochimie, de botanique, de microbiologie, de physiologie et de pharmacologie, de zoologie (publication mensuelle) et la Revue canadienne des recherches forestières (publication trimestrielle) peuvent intéresser les biologistes. Ces publications sont bien rédigées et leurs normes, généralement exigeantes quant à la qualité, sont appliquées par des jurys de publication formés de biologistes universitaires; la diffusion mondiale de ces publications est assurée grâce à un large financement du CNRC. Leur direction a des relations assez étroites, quoique officieuses, avec les associations de biologie correspondantes, mais on pourrait resserrer ces rapports. En dépit de leur valeur, ces revues n'ont pas obtenu un soutien complet de la part de la collectivité canadienne des biologistes dont la plupart préfèrent publier leurs articles dans des revues plus spécialisées, ou dans des revues plus prestigieuses à l'étranger. La collectivité canadienne des biologistes aurait intérêt à publier le fruit de ses efforts dans des revues affichant clairement leur origine canadienne. Les progrès dans cette direction sont constants, mais un peu trop lents; ce sont les biologistes qui en prennent l'initiative individuellement, et on ne voit guère quelle aide complémentaire le CNRC ou tout autre organisme pourrait leur donner. Les scientifiques de certaines disciplines dynamiques, telle l'entomologie, disposent de revues qui pourraient faire partie de la gamme des publications du CNRC. Le Conseil des sciences ne peut que recommander **la continuation du soutien que le CNRC accorde aux revues canadiennes de biologie, et si possible son extension.**

Autres activités du CNRC

Le Centre de calcul situé à Ottawa est surtout au service des scientifiques du CNRC, mais il pourrait avoir à l'avenir des responsabilités plus étendues. En général, il est préférable que les biologistes universitaires s'adressent à des services de calcul locaux; ceux-ci fonctionnent grâce à des subventions fournies aux établissements où ils se trouvent, ou à des chercheurs individuels. Bien que les besoins n'en apparaissent pas encore clairement, il se pourrait qu'à l'avenir les biologistes, et spécialement

ceux qui travaillent dans de petits établissements, aient intérêt à obtenir les services d'un centre national de calcul offrant des programmes spécialisés.

Le Bureau des relations internationales s'acquitte d'un grand nombre de tâches utiles aux biologistes canadiens. Il prend les dispositions nécessaires pour les échanges d'information et les visites, subventionne les organismes canadiens qui font partie des unions scientifiques internationales et s'occupe de la participation canadienne aux programmes scientifiques multinationaux, tels ceux qui sont parrainés par le Conseil international des unions scientifiques. Les biologistes s'intéressent particulièrement au Programme biologique international (PBI), qui a été mis sur pied il y a une dizaine d'années, à une époque où l'importance d'un tel programme n'apparaissait pas nettement; il visait à la réalisation d'études de référence sur la productivité biologique d'un très grand nombre d'écosystèmes du monde, grâce à une méthodologie uniforme, en vue de fournir les bases rationnelles pour leur exploitation maximale. Les progrès n'ont pas été uniformes dans tous les domaines, mais le PBI rapportera certainement bien plus qu'il n'a coûté en efforts et en argent. La contribution canadienne a consisté en un certain nombre de travaux sur des écosystèmes canadiens typiques; le CNRC a financé ces programmes pendant une période quinquennale, après une évaluation approfondie de leur valeur scientifique et de leurs promesses de fournir des données précieuses pour le Canada. Le PBI se terminera en 1972, mais on étudie les programmes qui en prendront la suite. Bien qu'il faille les examiner avec sympathie, on doit se souvenir que les programmes complémentaires n'ont pas toujours la valeur des programmes originaux. Ces derniers semblent avoir des limites temporelles, et on ne doit pas en étendre la durée automatiquement.

Le rôle des autres organismes fédéraux

En 1968-1969, les biologistes universitaires financés par le CNRC ont obtenu, d'autres organismes subventionnaires, des crédits supplémentaires atteignant 45 pour cent de ceux que leur avait fournis le CNRC. Ce pourcentage représente également la proportion des crédits que le CNRC accorde aux biologistes travaillant dans les facultés d'agriculture, d'art vétérinaire et de foresterie, et qui peuvent prétendre au soutien financier des ministères fédéraux correspondants; les chercheurs des facultés des sciences n'ont guère obtenu de soutien de la part du ministère fédéral de l'Agriculture ou de la Direction des forêts, ou d'Environnement Canada. L'Office des recherches sur les pêcheries, le Conseil des recherches pour la défense, le Service canadien de la faune et quelques autres organismes, de même qu'un certain nombre d'organismes provinciaux et de fondations privées, accordent des subventions aux biologistes œuvrant dans les facultés des sciences, tout comme le fait le Conseil des recherches médicales quand le projet à subventionner est d'intérêt évident pour la médecine. Environ 2 à 3 pour cent du montant que le CNRC accorde en subventions à la recherche biologique parviennent à des scientifiques des facultés de médecine ou de dentisterie.

Ce tableau est assez satisfaisant, mais on peut y noter quelques ombres. Il convient que les biologistes travaillant dans les facultés des sciences soient encouragés par les ministères fédéraux à vocation utilitaire¹ afin d'effectuer des recherches appliquées ou même des recherches fondamentales utiles pour la réalisation de leurs programmes spécialisés. Le Conseil des sciences recommande de nouveau que **les ministères fédéraux à vocation utilitaire limitent leurs propres programmes de recherche biologique fondamentale aux seuls besoins de leurs recherches appliquées**. Quand ces organismes se rendent compte qu'il faut effectuer des recherches fondamentales dans un domaine concernant leurs propres programmes spécialisés, ils doivent financer un programme de recherche dans une université canadienne grâce à des subventions, ou en accordant des contrats, tout en s'assurant que les travaux seront exécutés avec compétence. Mais il est préférable que les recherches fondamentales n'ayant qu'un intérêt à long terme pour le programme de recherche appliquée du ministère soient laissées aux soins du CNRC ou du CRM. Le Conseil des sciences recommande donc que **les ministères fédéraux à vocation utilitaire limitent leur soutien direct des programmes externes de recherche fondamentale aux travaux répondant directement aux besoins du Canada**.

Il est naturel que les ministères à vocation utilitaire montrent quelque préférence pour les biologistes travaillant dans les facultés spécialisées et leur accordent des subventions. En effet, ce sont les scientifiques qui leur sont les mieux connus; les ministères accordent un soutien général aux disciplines qui leur sont indispensables, et ils aident à former de jeunes chercheurs qui leur seront utiles. Mais il arrive souvent que les

¹ Les ministères fédéraux à vocation utilitaire comprennent tous les organismes fédéraux qui effectuent de la recherche interne ou subventionnent la recherche externe, à l'exception d'organismes tels que le CNRC, le CRM et le Conseil des Arts.

meilleurs chercheurs se trouvent aussi dans des facultés des sciences, et il faut que la politique de subventions de ces ministères soit assez souple pour permettre à ces biologistes de faire une contribution valable. En conséquence le Conseil des sciences recommande que **les ministères à vocation utilitaire se guident, pour l'allocation des subventions aux biologistes universitaires, sur la pertinence des travaux de recherche de ces derniers pour les programmes à vocation utilitaire des ministères, plutôt que sur la nature des activités de la faculté où la recherche est effectuée.**

Le Conseil des sciences a déjà exprimé son opinion selon laquelle les ministères fédéraux réalisant des programmes internes de recherche devraient les faire évaluer sérieusement de temps en temps par des experts de l'extérieur; ceux-ci devraient déterminer s'il ne serait pas préférable de faire effectuer les travaux dans le cadre d'un contrat accordé à des chercheurs universitaires ou industriels. Ces évaluateurs pourraient souvent fournir les noms des spécialistes en ce domaine. Tout comme dans ses rapports antérieurs, qui traitaient de problèmes similaires, le Conseil des sciences ne suggère pas que les administrateurs des programmes de recherche à vocation utilitaire des ministères fédéraux aient erré lors de leurs relations avec les scientifiques universitaires, ou qu'ils auraient été inefficaces. En général, ces relations ont été cordiales et fructueuses pour les deux secteurs et pour notre pays, mais on peut leur apporter des améliorations.

On peut également resserrer les rapports entre les organismes fédéraux qui soutiennent la recherche dans les sciences biologiques. L'établissement de communications plus directes permettraient de mieux cerner les domaines de responsabilité, de choisir les priorités et de favoriser la collaboration. Nous avons déjà indiqué la nécessité de tracer des démarcations plus nettes entre le CNRC et les autres organismes fédéraux, tout en maintenant des passerelles entre eux. Il faudra préciser ces conditions quand Environnement Canada assumera d'autres tâches, outre la gestion des pêches, des forêts, de la faune et des eaux et ses activités météorologiques.

Nous avons souvent mentionné les études de classification dont certaines sont négligées; dans certains domaines, telles l'étude des vertébrés, la taxonomie et l'histoire naturelle, les travaux sont suffisants. Les lacunes touchent particulièrement l'étude des organismes de petite taille ou de taxonomie compliquée. Les travaux en ce domaine ont été parrainés par un certain nombre d'organismes, et n'ont pas toujours été bien menés; on peut dire de même des services d'identification qui sont indispensables pour l'étude de nombreuses populations animales et de leur productivité, ainsi qu'utiles aux agronomes et aux forestiers. Comme il se trouve qu'actuellement certaines activités traditionnelles sont repoussées au second plan des préoccupations des ministères qui les parrainent, il semble opportun que les organismes fédéraux élaborent une politique concertée dans les domaines de la recherche sur la taxonomie et l'histoire naturelle, et englobant des domaines voisins tels que l'écologie descriptive, la biogéographie et la paléontologie. Cet effort devrait s'appuyer sur tous les services organiques qui sont disponibles pour la

classification et le stockage de l'information: collections, catalogues, manuels de taxonomie, services d'identification (où des techniciens bien formés pourraient parfois remplacer les scientifiques) et dispositifs de saisie de l'information. On irait vers l'insuccès si l'on commençait par la consultation de tous les organismes qui pourraient être intéressés. Selon l'opinion du Conseil des sciences, c'est le CNRC, collaborant avec le Musée national, qui pourraient frayer la voie à un plan national d'études taxonomiques. À eux deux, ces organismes possèdent, ou peuvent se procurer les moyens nécessaires aux études; de même, grâce à l'utilisation de subventions et de contrats extérieurs, ils pourraient surveiller l'exécution de la plus grande partie du travail. On devrait demander à leurs dirigeants de faire des recommandations, non seulement au sujet de l'organigramme qui convient, mais aussi du rythme de réalisation des études de taxonomie, afin qu'elles répondent aux besoins probables. Comme nous l'avons déjà mentionné (p. 30-31), ces organismes pourraient proposer d'accélérer la réalisation de ces études au cours des périodes d'emplois rares pour les biologistes. Il est évident que ces études ne pourraient être réalisées avec succès sans la collaboration d'autres organismes fédéraux, des administrations provinciales et également, jusqu'à un certain point, des autorités universitaires.

En conséquence, le Conseil recommande que **le CNRC et le Musée national examinent conjointement la situation des études taxonomiques au Canada, en vue d'élaborer des dispositions administratives et de prévoir l'orientation et l'envergure des travaux qui permettraient de répondre aux besoins canadiens actuels et à ceux qui sont prévus.** À ce sujet, le Conseil des sciences s'est rendu compte que le Secrétaire d'État et son Conseil d'administration des musées nationaux dirigent un éventail remarquable d'activités dont certaines touchent de près à la science, et plus particulièrement à la biologie. Quoique ces divers domaines ne semblent pas empiéter l'un sur l'autre actuellement, la situation pourrait être différente à l'avenir. En particulier, il paraît préférable que les activités scientifiques et éducatives des musées soient financées sous des postes différents. Le Conseil recommande en conséquence **que les activités scientifiques dont les Musées nationaux sont chargés reçoivent des crédits budgétaires distincts de ceux des autres activités des Musées.**

Il apparaît clairement que le ministre d'État aux sciences et à la technologie s'occupera, au palier fédéral, de la planification des activités scientifiques des ministères et offices s'occupant de recherche biologique. C'est pourquoi, jusqu'à un certain point, les recommandations ci-dessus s'adressent directement au gouvernement fédéral, et par son entreprise, à ses organismes.

Le rôle des gouvernements provinciaux

Les gouvernements provinciaux financent la recherche biologique universitaire dans le cadre de leurs subventions aux universités, mais ils le font également par l'entremise des conseils provinciaux de recherche et par celle des programmes entrepris sous les auspices de leurs ministères des richesses naturelles et des musées. Les conseils provinciaux de recherche s'efforcent de créer une ambiance favorable à la recherche, et, de temps en temps, ils demandent aux biologistes universitaires de résoudre leurs problèmes de biologie appliquée, laquelle constitue un domaine dont on parle peu, mais où l'on fait beaucoup de travail¹: Des demandes semblables sont faites de temps en temps par le ministère des Richesses naturelles ou par d'autres ministères, généralement dans le cadre d'un contrat de consultation. Cette participation des biologistes universitaires à la résolution des problèmes pratiques est avantageuse et on devrait la favoriser, car il n'y a guère de danger d'excès. Les administrations, tant provinciales que fédérales, devraient autant que possible utiliser les moyens dont disposent les universités et les firmes industrielles, plutôt que de mettre sur pied leurs propres laboratoires de recherche.

Certaines administrations provinciales ont entrepris de subventionner la recherche universitaire de façon permanente, ce qui constitue un objectif désirable dans certaines limites car, dans le cadre de la biologie notamment, on effectue de la recherche appliquée sur des problèmes locaux qu'autrement on aurait négligés. Il faut espérer cependant que le soutien de la recherche par les autorités provinciales complètera le financement consenti par le gouvernement fédéral et n'entrera pas en concurrence avec lui. Peu de provinces peuvent se permettre de réunir des équipes pour l'évaluation sérieuse des demandes de subventions, mais elles peuvent financer leurs programmes d'enseignement secondaire en biologie dans le cadre des subventions aux établissements d'enseignement, ou grâce à des bourses, des emplois d'été pour les étudiants et des subventions de démarrage pour les jeunes professeurs.

Bien des personnes savent que la recherche universitaire entraîne des dépenses directes et indirectes, et que ces dernières sont en général portées au débit des budgets provinciaux d'enseignement. Aux postes sous lesquels elles sont inscrites figurent le traitement des chercheurs enseignants, la construction et l'entretien des laboratoires et la fourniture des services de bibliothèque et d'administration. On a calculé qu'une université bénéficiant de subventions fédérales à la recherche occasionne aux gouvernements provinciaux des dépenses s'élevant au tiers du coût de la recherche. Dans un rapport antérieur du Conseil des sciences², ce dernier a souligné la complexité des problèmes posés par cette situation, et a conclu qu'il n'existait aucune solution simple; il a cependant indiqué quelques grands principes permettant d'étayer les décisions sur la répartition des frais. L'un de ces principes veut que l'université se

¹ Andrew H. Wilson. *Les conseils de recherche dans les provinces, au service du Canada*—Étude spéciale n° 19, réalisée pour le Conseil des sciences du Canada. Information Canada, Ottawa, 1969.

² Rapport n° 7 du Conseil des sciences du Canada—*Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes*. Information Canada, Ottawa, 1969.

charge de payer les traitements des professeurs, sauf en certains cas spéciaux. Le Conseil des sciences n'a pas changé d'opinion, et il estime que le financement de la recherche fondamentale dans les universités doit être assuré par les conseils fédéraux de recherche.

Enfin, les gouvernements provinciaux contribuent au dynamisme de leurs équipes de recherche biologique tout en atteignant leurs objectifs de protection de l'environnement. Le Conseil des sciences recommande comme il l'a déjà fait³, **qu'il faudrait établir une collaboration étroite entre les organismes fédéraux et provinciaux afin de favoriser la recherche faunistique et écologique, et l'élaboration des programmes de recherches universitaires et des programmes de formation dans les sciences biologiques.**

³ Rapport n° 9 du Conseil des sciences du Canada—*Le Canada... leur pays*. Information Canada, Ottawa, 1970.

Le rôle des universités

On a déjà communiqué expressément ou tacitement toutes les opinions du Conseil des sciences au sujet des départements de biologie, des universités, de leurs chercheurs-enseignants et de leurs étudiants. La courte et excitante période est maintenant terminée, qui avait vu l'accélération des programmes de recherches et de formation dans les sciences biologiques comme conséquence de l'accroissement du nombre d'étudiants inscrits, d'une économie prospère et des espoirs inouïs que la science éveillait. La plupart des postes universitaires sont maintenant remplis et la création de nouveaux postes s'est ralentie; les jeunes biologistes qui sortent des établissements d'enseignement seront suivis par des promotions moins nombreuses. La course au doctorat se ralentira. Les mêmes sphères qui, il y a dix ans, réclamaient de plus en plus de travaux fondamentaux, insistent maintenant sur leurs applications. Le retournement a été brutal, mais ces thèmes répondaient aux besoins de leurs époques respectives. Les biologistes sauront s'adapter à ceux de leur temps. Seul, le besoin d'acquisition de connaissances biologiques n'a pas diminué, et il faudra y pourvoir, de peur qu'une catastrophe ne se produise.

Les nouveaux besoins exigent déjà une modification des politiques de la recherche et de la formation dans les départements universitaires de sciences biologiques. La plupart des biologistes fraîchement diplômés ont trouvé des postes en biologie appliquée, et hors du secteur universitaire. Les besoins en spécialistes se feront de plus en plus grands dans le domaine de l'écologie, bien qu'il s'agisse plutôt d'une discipline fondamentale que d'une spécialité de pointe. Les problèmes du milieu ambiant seront attaqués à tous les niveaux, même à celui des molécules. D'intéressantes possibilités se présenteront dans des domaines comme ceux de la production des aliments, la régulation démographique, le modelage génétique, la transplantation d'organes, la création de cellules et d'organes artificiels, la gérontologie expérimentale, la régénération tissulaire, les synthèses des enzymes et des anticorps et l'utilisation de l'énergie solaire, outre de nombreuses nouveautés qui se rattachent directement aux sciences de la santé et à l'utilisation des richesses renouvelables. La distinction entre recherche fondamentale et recherche appliquée perdra de sa netteté, et le décalage entre découverte et application se raccourcira. Ces événements n'arriveront pas tous au XXI^e siècle. Ils ont déjà commencé à se produire et les autorités universitaires devraient modifier leurs plans en conséquence.

En général les chercheurs groupés autour d'un thème commun disposent de plus nombreuses possibilités que le spécialiste isolé. Les avantages du travail d'équipe apparaîtront plus clairement, au fur et à mesure de la croissance de la recherche appliquée et pluridisciplinaire; les chercheurs des équipes travailleront plus souvent comme des égaux que sous la domination d'un chercheur éminent. On devrait cependant accorder dans chaque domaine le soutien le plus complet possible aux chercheurs les plus capables; disons au dixième d'entre eux, car les capacités ne sont pas si rares qu'on le pense, afin qu'ils puissent entreprendre les travaux qu'ils désirent. On devrait accorder plus aisément

des congés culturels, qui seraient plus courts et plus fréquents que les congés septennaux actuels et on ne devrait pas obliger ceux qui préfèrent l'enseignement, la publication ou l'administration, et qui le font bien, à effectuer des recherches. Il faudrait établir des liens étroits de collaboration entre scientifiques des universités et de l'État, encourager leur libre passage entre ces secteurs et celui de l'industrie. Comme nous l'avons proposé plus haut, il faudrait que les scientifiques universitaires acceptent d'œuvrer au sein des conseils consultatifs des organismes de l'État, des comités d'évaluation des demandes de subventions et autres comités, et des jurys de publication des revues scientifiques. Il faudrait que quelques scientifiques se chargent du travail de vulgarisation auprès du grand public, et de lui parler des réalisations et des besoins des sciences biologiques.

Pour faciliter l'enseignement et la formation des étudiants, il faudrait fusionner les départements de biologie d'envergure trop restreinte, ou tout au moins leurs programmes de premier cycle. De même, il faudrait recruter les futurs chercheurs dont la formation sort des voies habituelles, y compris ceux qui se sont spécialisés dans les sciences physiques et mathématiques. Il faudrait former d'excellents professeurs de biologie pour l'enseignement primaire, secondaire et post-secondaire; il faudrait mettre en œuvre des programmes susceptibles d'augmenter l'adaptabilité des étudiants, grâce à une formation en plusieurs disciplines. Il est probable que les candidats ne manqueront pas; les données mentionnées dans l'Annexe A montrent que le nombre des étudiants s'inscrivant dans les cours de biologie a augmenté tant au Canada qu'aux États-Unis, en dépit des tendances récentes des étudiants du premier cycle à choisir les sciences sociales plutôt que les sciences expérimentales.

Pour résumer ces observations un peu trop générales, le Conseil recommande **que les biologistes universitaires et les départements de biologie acceptent de remanier leurs programmes de recherches et leurs programmes de formation, en vue d'accroître l'adaptabilité des scientifiques et d'abaisser les cloisonnements internes, par exemple en instituant des formations post-doctorat dans un domaine tout différent de celui de la thèse. Il faudrait faciliter la formation d'équipes de chercheurs et de groupes capables de constituer des centres de spécialisation; il faudrait accroître l'attention accordée à la recherche appliquée, spécialement dans les domaines importants pour le Canada, tout en maintenant de larges débouchés pour une recherche fondamentale efficace.** En outre, le Conseil recommande que **les biologistes universitaires soient mis au courant aussi complètement que possible des problèmes de la recherche et de la technologie biologiques dans les secteurs de l'État et de l'industrie, grâce au resserrement de la collaboration et à des visites intersectorielles, et à leur présence au sein des comités consultatifs des ministères et dans d'autres entreprises conjointes. Il faudrait que les étudiants se destinant à des carrières de chercheurs en biologie, et que les étudiants diplômés en biologie préparant leur formation, avant et après doctorat, se rendent compte que la recherche biologique appliquée croîtra probablement plus**

vite que la recherche fondamentale, et qu'il est possible que la recherche en équipe offre plus de possibilités intéressantes que la recherche strictement individuelle.

Le rôle de l'industrie

Il n'y a pas beaucoup à dire à ce sujet, car jusqu'à présent l'industrie canadienne n'a engagé que peu de biologistes et ne s'est guère intéressée à la recherche biologique universitaire. L'industrie alimentaire, l'industrie pharmaceutique et certaines autres ont constitué des exceptions, mais seulement à une échelle modeste. Cette situation est en train de changer rapidement. L'industrie a besoin de savoir si son action affecte, ou pourrait affecter l'environnement; de plus, elle pourrait entreprendre certaines activités découlant de la recherche biologique appliquée, telles que la fabrication des enzymes et la lutte biologique antiparasitaire. La plupart de ces travaux de recherche appliquée seront réalisés dans des laboratoires des universités et de l'État, et en partie au Canada; mais jusqu'à présent les perspectives d'innovations canadiennes en ce domaine ne sont guère encourageantes, car les firmes industrielles ne s'intéressent pas beaucoup aux techniques biologiques; d'ailleurs, de nombreuses raisons limitent actuellement les possibilités d'innovation de notre industrie secondaire¹. On pourrait recommander **que le Comité consultatif du CNRC pour la biologie, dont certains membres viendront de l'industrie, étudie les possibilités d'accroître la collaboration des biologistes du CNRC et des universités avec l'industrie canadienne.**

¹ Rapport n° 15 du Conseil des sciences du Canada—*L'innovation en difficulté: le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada*. Information Canada, Ottawa, octobre 1971.

Le rôle des associations scientifiques

Tout comme les autres publications du Conseil des sciences, le présent Rapport a souligné plusieurs fois que les scientifiques du Canada ne devraient pas se contenter d'agir en réponse aux initiatives du gouvernement pour déterminer l'envergure, l'orientation et la gestion de l'effort scientifique de notre pays, mais devraient contribuer activement à prendre ces initiatives. Cette question a été exposée officiellement dans la «Lettre ouverte aux physiciens de la part du président du Conseil des sciences du Canada»¹. Dans cette lettre, M. Solandt a indiqué, entre autres, que pour donner un avis judicieux sur l'importance relative à accorder aux différents domaines scientifiques, un organisme comme le Conseil des sciences devait tenir compte des observations des meilleurs spécialistes au sujet de leur discipline. D'autre part, dans le cadre de chacune de ces dernières, ce sont les spécialistes œuvrant au sein de leur association scientifique qui peuvent établir les lignes de conduite et l'échelle des priorités. M. Solandt a fait un certain nombre d'autres remarques au sujet de la contribution des scientifiques à un certain nombre de décisions concernant l'équilibre entre l'offre et la demande d'emplois, et les relations organiques entre les secteurs des universités, de l'État et de l'industrie. Il a indiqué que la contribution de ces scientifiques est particulièrement utile dans le domaine des sciences fondamentales, «où les organes assurant le financement de l'effort scientifique devraient être autant que possible autonomes», et il a ajouté: «Les organismes qui normalement financent la recherche en physique devraient également, au besoin, financer les études générales indispensables à la réalisation de ces projets»².

Le Conseil des sciences estime que ces avis sont excellents, et qu'ils s'appliquent aussi bien aux biologistes qu'aux physiciens. Dans le cadre de la biologie, ce seraient le Conseil de biologie du Canada et la Fédération canadienne des associations de biologie qui devraient agir; certains membres appartiennent à ces deux associations, qui groupent à elles deux la plupart des biologistes travaillant dans les départements scientifiques des universités et au CNRC, de même que dans bien d'autres organismes. C'est le CNRC qui constitue la principale source de subventions pour les biologistes travaillant dans les facultés des sciences, et son Comité consultatif pour la biologie est prêt à inclure en son sein des représentants d'autres organismes subventionnaires et des associations de biologie. En conséquence, le Conseil des sciences suit sa ligne de pensée habituelle en recommandant **que le Conseil canadien de biologie et la Fédération canadienne des sociétés de biologie forment une tribune commune pour l'examen des besoins de la recherche biologique et des lignes de conduite à suivre, et consentent à aider le CNRC et les autres organismes fédéraux chargés de choisir les lignes de conduite pour la réalisation des programmes de recherches biologiques du CNRC et pour déterminer les priorités en recherche et en formation des spécialistes.**

¹ O.M. Solandt. «Lettre ouverte aux physiciens, de la part du président du Conseil des sciences du Canada». *Physique au Canada*, volume 26, n° 7. Novembre 1970, pages 130-135.

² voir supra.

Le financement de la recherche biologique par le CNRC et les autres organismes subventionnaires canadiens et étrangers a atteint un palier, et un accroissement ne compense même pas l'inflation ou la croissance du nombre des candidats ayant reçu une bonne formation. Le pourcentage des subventions accordées aux chercheurs en biologie fondamentale est également presque stable. Ce palier du financement de la recherche, bien qu'il ne plaise guère aux biologistes, offre certains aspects positifs. Il est temps de modifier les perspectives et de changer les orientations. Dans l'ouvrage remarquable «Life Sciences», on donne les conseils suivants aux biologistes étatsuniens dont la situation n'est guère différente:

«Il faut prendre note du palier actuel où se trouve le financement de la recherche et mettre sur pied à l'avenir un mécanisme complet de soutien qui serait bien articulé, et ne consisterait pas d'éléments associés au hasard»³.

Ce conseil est également valable pour les biologistes canadiens. On peut estimer qu'il leur faudrait environ trois années pour mener à bien cette étude et la planification qui s'ensuivrait, tant au sein de leur propre association qu'en collaboration avec le CNRC et les autres organismes. Les principales conclusions de la remise en question des priorités scientifiques et technologiques au niveau fédéral devraient apparaître au cours de la première partie de cette période. On pourrait ainsi accroître le soutien financier à certains programmes choisis de recherches à vocation utilitaire, et remettre la gestion de ces programmes aux organismes compétents. Dans ce cadre, il semble que le rôle du CNRC serait nettement différent de son rôle actuel. On peut espérer qu'au cours de la dernière partie de la période ci-dessus, les mesures actuelles d'austérité auront été abandonnées par suite de l'amélioration des conditions économiques, et que le financement de la recherche sera augmenté. C'est pourquoi il semble bon de recommander **que les crédits consacrés par le CNRC au financement de la recherche en biologie croissent pendant trois ans au taux annuel de 5 à 10 pour cent, afin de contrecarrer les effets de l'inflation, et pour tenir compte d'un accroissement possible des inscriptions d'étudiants dans les facultés des sciences biologiques.**

À la fin de cette période triennale, les organismes subventionnaires et les biologistes pourraient, si leur travail a été bien accompli, voir s'ouvrir la perspective d'une période plus longue au cours de laquelle les crédits à la recherche augmenteraient à un taux plus rapide que celui que nous avons mentionné. Cet accroissement serait justifié par la recherche des connaissances biologiques dont le monde a besoin, et aussi des données spécialement utiles à notre pays. Le dossier en faveur d'un accroissement du financement de la recherche dans les sciences biologiques ne serait pas convaincant s'il ne détaillait pas les problèmes spécifiquement canadiens et les moyens de les résoudre. Il est donc nécessaire, et le Conseil des sciences recommande que **la collectivité**

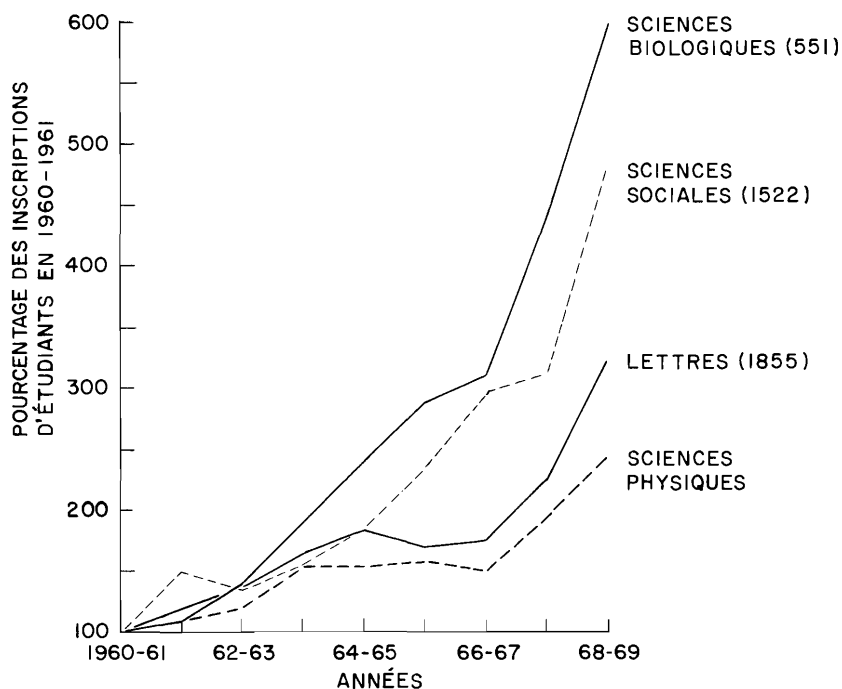
³ *The Life Sciences*. Académie nationale des sciences, Washington, D.C. 1970, p. 9.

biologique du Canada, par l'intermédiaire de ses associations et en collaboration avec le CNRC et les autres organismes, commence immédiatement à déterminer les besoins de notre pays et les priorités à établir dans le domaine de la recherche dans les sciences biologiques, et à répartir ses effectifs pour une accélération prochaine de la recherche en ce domaine.

Annexes

Annexe A

Graphique n° A.1—Accroissement des inscriptions pour les cours spécialisés du premier cycle, selon les divers domaines d'études.



Remarques: On a pris la base 100 pour 1960-1961.

Les chiffres mentionnés entre parenthèses, à droite, indiquent le nombre de diplômés dans chaque domaine de spécialisation en 1968-1969.

Sources: Statistique Canada. Enquête sur l'enseignement supérieur, II^e partie, 1968-1969. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 1969.

Tableau n° A.1—Répartition, selon les divers domaines des titulaires d'un baccalauréat ou d'un diplôme scientifique conféré par les universités des États-Unis entre 1960 et 1969.

Disciplines	Nombre de diplômés		Pourcentage des diplômés ès sciences		Pourcentage de tous les diplômés	
	1960	1969	1960	1969	1960	1969
Totaux pour les sciences	45 090	89 740			11.53	11.80
Sciences biologiques	15 578	36 940	34.55	41.16	3.98	4.86
Anatomie	122	30	0.27	0.03	0.03	0.00
Bactériologie	533	1 380	1.18	1.54	0.14	0.18
Biochimie	108	340	0.24	0.38	0.03	0.04
Biologie générale	8 345	24 540	18.51	27.35	2.13	3.23
Botanique	385	740	0.85	0.82	0.10	0.10
Entomologie	108	190	0.24	0.21	0.03	0.02
Physiologie	63	140	0.14	0.16	0.02	0.02
Zoologie	2 241	5 580	4.97	6.22	0.57	0.73
Autres sciences biologiques	3 673	4 000	8.15	4.46	0.94	0.53
Mathématiques et statistiques	11 399	28 570	25.28	31.84	2.91	3.76
Sciences physiques	16 007	21 070	35.50	23.48	4.09	2.77
Astronomie	41	130	0.09	0.14	0.01	0.02
Chimie	7 569	12 000	16.79	13.37	1.93	1.58
Sciences de la Terre	2 570	1 990	5.70	2.22	0.66	0.26
Météorologie	201	250	0.45	0.28	0.05	0.03
Physique	4 322	5 560	9.59	6.20	1.10	0.73
Autres sciences physiques	1 304	1 130	2.89	1.26	0.33	0.15
Sciences générales	2 106	3 160	4.67	3.52	0.54	0.31

Source: Division de l'Enseignement, Statistique Canada et Office of Education, U.S. Department of Health, Education and Welfare.

Annexe B

Conseil national de recherches du Canada Comité consultatif pour la biologie

Mandat

Le Comité consultatif aura pour mission:
de constituer une tribune pour l'élaboration harmonieuse des avis au
Conseil au sujet des problèmes de la biologie au Canada, et plus précisé-
ment:

1. d'aider le Conseil à évaluer, à promouvoir et à coordonner la
recherche biologique au Canada, en accordant une attention particulière
à la recherche effectuée dans les laboratoires de l'État, des universités
et de l'industrie;

2. en ce qui concerne les programmes de recherches biologiques
d'envergure nationale:

a) d'évaluer ces programmes en fonction du contexte scientifique,
économique et social du Canada et de faire des recommandations sur
leur ordre de priorité;

b) de déterminer dans quelles conditions ces programmes pour-
raient être entrepris et de recommander l'ampleur du financement et
l'envergure du personnel qu'on devrait leur accorder;

c) d'aider le Conseil à déterminer et à élaborer les propositions
d'action concertée;

d) de les examiner périodiquement en vue d'évaluer leurs résultats,
leur efficacité, et les modifications à apporter à la hiérarchie des priori-
tés, en réponse à l'évolution de la situation;

3. d'examiner par quels mécanismes on pourrait resserrer les liens
et améliorer les relations entre les secteurs des universités, de l'industrie
et de l'État;

4. d'étudier les problèmes particuliers, à la demande du Conseil;

5. de former des sous-comités, chargés de questions précises, puis
de les dissoudre;

6. les membres appartenant au Conseil participeront à l'activité
du Comité pendant une période qui coïncidera avec leur mandat au
Conseil; les autres membres y participeront pour une période ne dépassant pas trois ans, sauf la période initiale qui pourra atteindre 2, 3 ou 4 ans, afin d'établir un roulement des membres du Comité et d'assurer la continuité de son action.

Composition du Comité

Président

Membres du Conseil (3 au maximum)

Un membre du Conseil médical des recherches

Quatre membres, au maximum, nommés par les associations de biologie

Trois membres de ministères et organismes de l'État (l'un de ceux-ci appartenant aux laboratoires du Conseil national de recherches)

Deux membres du secteur industriel

Quatre autres membres, choisis afin de maintenir l'équilibre entre les domaines de la biologie et les disciplines avoisinantes

Secrétaire

Comité de biologie fondamentale auprès du Conseil des sciences

Président

Dr. F.C. MacIntosh,†
Drake Professor of Physiology,
McGill University,
McIntyre Medical Sciences
Building,
3655 Drummond Street,
Montreal, Quebec.

Membres

Dr. B.P. Beirne,
Professor of Pestology
Management,
and Director, Pestology
Centre,
Department of Biological
Sciences,
Simon Fraser University,
Burnaby 2, B.C.

Dr. J.M.R. Beveridge,†
President,
Acadia University,
Wolfville, Nova Scotia.

le D^r G.M. Brown,†
Président du Conseil des
recherches médicales,
Chemin de Montréal,
Ottawa, Ont.

le D^r P. Dansereau,*
Directeur scientifique,
Centre des recherches écologiques
de Montréal (CREM),
4101 est, rue Sherbrooke,
Montréal 406^e, Qué.

Dr. Mervyn Franklin,*
Dean,
Faculty of Science,
University of New Brunswick,
Fredericton, New Brunswick.

le D^r Claude Vézina,
Directeur du service de
microbiologie,
Laboratoires Ayerst,
American Home Products
Corporation,
C.P. 6115,
Montréal, Qué.

Secrétaires

M. J. Mullin,¹
Directeur général adjoint,
Conseil des sciences du Canada

M. Jack Basuk,²
Secrétaire du Conseil
des sciences du Canada.

Coordonnateur du programme:

le D^r J. Guy Cousineau,
Professeur au Département de
microbiologie,
Faculté de médecine,
Université Laval,
Québec, Qué.

¹ Jusqu'au 1^{er} mars 1971, en tant que secrétaire du Conseil des sciences du Canada.

² Depuis le 1^{er} mars 1971.

* Membre du Conseil des sciences du Canada

† Ancien membre du Conseil des sciences du Canada

Membres du Conseil des sciences du Canada

Président

Dr. O.M. Solandt,
Director, Mitchell
Plummer Co. Ltd.,
Suite 1107,
18 King Street East,
Toronto 210, Ontario.
(416) 363-3074

Vice-président

D^r Roger Gaudry,
Recteur,
Université de Montréal,
C.P. 6128,
Montréal, Qué.
(514) 343-6776

Membres

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

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

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

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

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

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

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

Dr P.R. Gendron,
Président,
Institut canadien des recherches
sur les pâtes et papiers,
570, chemin St. Johns,
Pointe-Claire, Qué.
(514) 697-4110

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

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

Dr. Leon Katz,
Director,
Accelerator Laboratory,
Department of Physics,
University of Saskatchewan,
Saskatoon, Saskatchewan.
(306) 343-4271

Dr. P.A. Larkin,
Professor, Institute of Animal
Resource Ecology
and Head, Department of
Zoology,
University of British Columbia,
Vancouver 8, B.C.
(604) 228-2844

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

Dr L.J. L'Heureux,
Président,
Conseil des recherches pour
la défense,
125, rue Elgin,
Ottawa, Ontario.
(613) 992-4009

Mr. A.E. Pallister,
Vice-President,
Science and Development,
Kenting Limited,
700-6th Avenue S.W., 3rd Floor,
Calgary, Alberta.
(403) 263-2980

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

Dr. H.E. Petch,
Vice-President (Academic),
University of Waterloo,
Waterloo, Ontario.
(519) 885-1211

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

Dr W.G. Schneider,
Président,
Conseil national de recherches
du Canada,
Chemin de Montréal,
Ottawa, Ontario.
(613) 993-2024

Membres associés

Dr J.M. Harrison,
Sous-ministre adjoint principal,
Ministère de l'Énergie, des
Mines et des Ressources,
588, rue Booth,
Ottawa, Ontario.
(613) 994-9335

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

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

Dr J.R. Weir,
Sous-ministre adjoint aux Pêches,
Environnement Canada,
Ottawa, Ontario. K1A OH3
(613) 996-3884

M. R.F. Shaw,
Sous-ministre de
l'Environnement,
Environnement Canada,
Ottawa, Ontario. K1A OH3
(613) 996-7667

Publications du Conseil des sciences du Canada

Rapports annuels

- Premier rapport annuel, 1966-1967 (SS1-1967F)**
- Deuxième rapport annuel, 1967-1968 (SS1-1968F)**
- Troisième rapport annuel, 1968-1969 (SS1-1969F)**
- Quatrième rapport annuel, 1969-1970 (SS1-1970F)**
- Cinquième rapport annuel, 1970-1971 (SS1-1971F)**
- Sixième rapport annuel, 1971-1972 (SS1-1972F)**

Rapports

- Rapport n° 1, Un programme spatial pour le Canada (SS22-1967/1F, \$0.75)*
- Rapport n° 2, La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses—Première évaluation et recommandations (SS22-1967/2F, \$0.25)*
- Rapport n° 3, Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada (SS22-1968/3F, \$0.75)*
- Rapport n° 4, Vers une politique nationale des sciences au Canada (SS22-1968/4F, \$0.75)*
- Rapport n° 5, Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral (SS22-1969/5F, \$0.75)*
- Rapport n° 6, Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique (SS22-1969/6F, \$0.75)*
- Rapport n° 7, Les sciences de la Terre au service du pays—Recommandations (SS22-1970/7F, \$0.75)*
- Rapport n° 8, Les arbres... et surtout la forêt (SS22-1970/8F, \$0.75)*
- Rapport n° 9, Le Canada... leur pays (SS22-1970/9F, \$0.75)*
- Rapport n° 10, Le Canada, la science et la mer (SS22-1970/10F, \$0.75)*
- Rapport n° 11, Le transport par ADAC: Un programme majeur pour le Canada (SS22-1970/11F, \$0.75)*
- Rapport n° 12, Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture (SS22-1970/12F, \$0.75)*
- Rapport n° 13, Le réseau transcanadien de téléinformatique: 1^{ère} phase d'un programme majeur en informatique (SS22-1971/13F, \$0.75)*
- Rapport n° 14, Les villes de l'avenir: Les sciences et les techniques au service de l'aménagement urbain (SS22-1971/14F, \$0.75)*
- Rapport n° 15, L'innovation en difficulté: le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada (SS22-1971/15F, \$0.75)*
- Rapport n° 16, «...mais tous étaient frappés» Inquiétudes pour l'environnement et dangers pour la nature (SS22-1972/16F, \$1.00)*
- Rapport n° 18, Objectifs d'une politique de la recherche fondamentale (sous presse)*

Études spéciales

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

- Special Study No. 1*, **Upper Atmosphere and Space Programs in Canada**, by J.H. Chapman, P.A. Forsyth, P.A. Lapp, G.N. Patterson (SS21-1/1, \$2.50)
- Special Study No. 2*, **Physics in Canada: Survey and Outlook**, by a Study Group of the Canadian Association of Physicists headed by D.C. Rose (SS21-1/2, \$2.50)
- Étude spéciale n° 3*, **La psychologie au Canada**, par M.H. Appley et Jean Rickwood, Association canadienne des psychologues (SS21-1/3F, \$2.50)
- Étude spéciale n° 4*, **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses: Évaluation scientifique et économique**, par un Comité du Conseil des sciences du Canada (SS21-1/4F, \$2.00)
- Étude spéciale n° 5*, **La recherche dans le domaine de l'eau au Canada**, par J.P. Bruce et D.E.L. Maasland (SS21-1/5F, \$2.50)
- Étude spéciale n° 6*, **Études de base relatives à la politique scientifique: Projection des effectifs et des dépenses R & D**, par R.W. Jackson, D.W. Henderson et B. Leung (SS21-1/6F, \$1.25)
- Étude spéciale n° 7*, **Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes**, par John B. Macdonald, L.P. Dugal, J.S. Dupré, J.B. Marshall, J.G. Parr, E. Sirluck, E. Vogt (SS21-1/7F, \$3.00)
- Étude spéciale n° 8*, **L'information scientifique et technique au Canada**,
Première partie, par J.P.I. Tyas (SS21-1/8F, \$1.00)
II^e partie, Premier chapitre, Les ministères et organismes publics (SS21-1/8-2-1F, \$1.75)
II^e partie, Chapitre 2, L'industrie (SS21-1/8-2-2F, \$1.25)
II^e partie, Chapitre 3, Les universités (SS21-1/8-2-3F, \$1.75)
II^e partie, Chapitre 4, Organismes internationaux et étrangers (SS21-1/8-2-4F, \$1.00)
II^e partie, Chapitre 5, Les techniques et les sources (SS21-1/8-2-5F, \$1.25)
II^e partie, Chapitre 6, Les bibliothèques (SS21-1/8-2-6F, \$1.00)
II^e partie, Chapitre 7, Questions économiques (SS21-1/8-2-7F, \$1.00)

- Étude spéciale n° 9*, **La chimie et le génie chimique au Canada: Étude sur la recherche et le développement technique**, par un groupe d'étude de l'Institut de Chimie du Canada (SS21-1/9F, \$2.50)
- Étude spéciale n° 10*, **Les sciences agricoles au Canada**, par B.N. Smallman, D.A. Chant, D.M. Connor, J.C. Gilson, A.E. Hannah, D.H. Huntley, E. Mercier, M. Shaw (SS21-1/10F, \$2.00)
- Étude spéciale n° 11*, **L'Invention dans le contexte actuel**, par Andrew H. Wilson (SS21-1/11F, \$1.50)
- Étude spéciale n° 12*, **L'aéronautique débouche sur l'avenir**, par J.J. Green (SS21-1/12F, \$2.50)
- Étude spéciale n° 13*, **Les sciences de la Terre au service du pays**, par Roger A. Blais, Charles H. Smith, J.E. Blanchard, J.T. Cawley, D.R. Derry, Y.O. Fortier, G.G.L. Henderson, J.R. Mackay, J.S. Scott, H. O. Seigel, R.B. Toombs, H.D.B. Wilson (SS21-1/13F, \$4.50)
- Étude spéciale n° 14*, **La recherche forestière au Canada**, par J. Harry, G. Smith et Gilles Lessard (SS21-1/14F, \$3.50)
- Étude spéciale n° 15*, **La recherche piscicole et faunique**, par D.H. Pimlott, C.J. Kerswill et J.R. Bider (SS21-1/15F, \$3.50)
- Étude spéciale n° 16*, **Le Canada se tourne vers l'océan: Étude sur les sciences et la technologie de la mer**, par R.W. Stewart et L.M. Dickie (SS21-1/16F, \$2.50)
- Étude spéciale n° 17*, **Étude sur les travaux canadiens de R & D en matière de transports**, par C.B. Lewis (SS21-1/17F, \$0.75)
- Étude spéciale n° 18*, **Du formol au Fortran—La biologie au Canada**, par P.A. Larkin et W.J.D. Stephen (SS21-1/18F, \$2.50)
- Étude spéciale n° 19*, **Les Conseils de recherches dans les provinces, une richesse pour notre pays**, par Andrew H. Wilson (SS21-1/19F, \$1.50)
- Étude spéciale n° 20*, **Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada**, par Frank Kelly (SS21-1/20F, \$1.00)
- Étude spéciale n° 21*, **La recherche fondamentale**, par P. Kruus (SS21-1/21F, \$1.50)
- Étude spéciale n° 22*, **Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger, et politique des sciences du Canada**, par Arthur J. Cordell (SS21-1/22F, \$1.50)