

SER  
Q1  
C21251  
no. 5, 1-1968

SECRÉTARIAT DES SCIENCES



# La recherche dans le domaine de l'eau au Canada

par J. P. Bruce et D. E. L. Maasland

ainsi qu'un rapport spécial au sujet de  
la contribution fournie par les recherches  
en sciences sociales  
à l'exploitation rationnelle des eaux du Canada

par W. R. Derrick Sewell

**LA RECHERCHE DANS LE DOMAINE DE L'EAU  
AU CANADA**

# La recherche dans le domaine de l'eau au Canada

*par*

J. P. Bruce et D. E. L. Maasland,

ainsi qu'un rapport spécial  
au sujet de  
la contribution fournie par les recherches  
en sciences sociales  
à l'exploitation rationnelle des eaux  
du Canada

*par*

W. R. Derrick Sewell

## Étude spéciale n° 5

### Juillet 1968

La présente étude technique a été réalisée à la demande du Secrétariat des sciences. Bien qu'elle soit publiée sous son patronage, les opinions qui y sont exprimées sont *exclusivement* celles de ses auteurs, et ne doivent aucunement être attribuées au Secrétariat des sciences ou au gouvernement du Canada.

SECRETARIAT DES SCIENCES  
BUREAU DU CONSEIL PRIVÉ  
OTTAWA

© Droits de la Couronne réservés  
En vente chez l'Imprimeur de la Reine, à Ottawa,  
et dans les librairies du Gouvernement fédéral  
dont voici les adresses:

HALIFAX

*1737, rue Barrington*

MONTRÉAL

*Édifice Aeterna-Vie, 1182 ouest, rue Ste-Catherine*

OTTAWA

*Édifice Daly, angle Mackenzie et Rideau*

TORONTO

*221, rue Yonge*

WINNIPEG

*Édifice Mall Center, 499, avenue Portage*

VANCOUVER

*657, avenue Granville*

ou chez votre libraire.

Des exemplaires sont à la disposition des intéressés  
dans toutes les bibliothèques publiques du Canada.

Prix: \$2.50      N° de catalogue: SS21-1/5F

*Les prix sont sujets à changement sans préavis*

ROGER DUHAMEL, M.S.R.C.

Imprimeur de la Reine et Contrôleur de la Papeterie  
Ottawa, Canada

1968

水者地之血氣如  
筋脈之通流者也  
故曰水具材也

一管子  
水地篇

«L'eau est l'énergie vitale de la terre; elle est  
comme (le sang) qui coule dans (nos) veines.  
C'est pourquoi je dis  
Que l'eau est indispensable à la prospérité»

*Citation du Kouan-Tsou, fin du  
IV<sup>e</sup> siècle avant l'ère chrétienne  
(traduit du chinois à l'anglais  
par C. Schepel, Université du Michigan)*

## AVANT-PROPOS

Le Secrétariat des sciences du Bureau du Conseil privé, à Ottawa, donne son appui à un certain nombre d'études entreprises pour déterminer la situation de la science au Canada. Le résultat de ces études sert à l'information du Secrétariat des sciences et constitue également la documentation nécessaire au Conseil des sciences du Canada pour étoffer ses recommandations générales pour le développement de la science canadienne.

Le présent exposé traite de l'une des plus importantes richesses naturelles du Canada, qui de plus est renouvelable. Il y a eu de nombreuses controverses publiques concernant les ressources en eau du Canada, particulièrement pour savoir si le pays aurait suffisamment d'eau pour ses besoins futurs. Partout on a exprimé de l'inquiétude au sujet de la pollution des eaux canadiennes, particulièrement dans certaines régions du pays; cependant les autorités en la matière ne se sont pas mises d'accord sur l'étendue du mal et sur l'urgence d'y parer, ainsi que sur les remèdes à y apporter. La possibilité de fournir des réponses à ces questions dépend de la qualité et du nombre des recherches réalisées. La présente étude a été entreprise pour déterminer la situation actuelle des recherches dans le domaine de l'eau au Canada. Les scientifiques suivants ont été chargés de mener à bien cette étude: MM. J.P. Bruce, de la Direction des Eaux intérieures du Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, et D.E.L. Maasland, D<sup>r</sup> ès sc., de la Faculté des sciences appliquées de l'Université de Windsor. L'exposé de leurs conclusions se trouve ci-après.

J.R. Weir

*Directeur du Secrétariat des sciences*

## PRÉFACE

La recherche est une activité subventionnée par la collectivité; c'est pourquoi elle doit s'orienter principalement vers la réalisation des buts que cette collectivité se propose. Malheureusement, les objectifs de notre société canadienne n'ont pas été souvent bien perçus, ni surtout bien explicités. Il y a cependant deux buts principaux qui ont été mentionnés bien souvent, et de différentes façons, par les chefs politiques, les chefs d'industrie et les sommités universitaires. Le premier est le sage aménagement de notre environnement naturel, et particulièrement des richesses renouvelables de notre pays. Le second consiste à assurer la croissance ininterrompue de la productivité canadienne. Un troisième objectif, mentionné par beaucoup, serait d'assurer le développement du potentiel productif de notre agriculture pour nourrir les peuples affamés des pays moins fortunés. Nos ressources en eau constituent un facteur indispensable à la réalisation de ces trois aspirations.

Il nous faudra utiliser nos ressources avec sagesse si nous voulons préserver nos possibilités de contact avec la nature ainsi que la beauté de l'environnement, tant pour le présent que pour les générations futures. Le développement de l'industrie, et par conséquent de la productivité et de la prospérité, dépend largement des possibilités d'approvisionnement en une eau peu coûteuse et de bonne qualité. Une extension des terres de culture nécessitera de fortes quantités d'eau pour l'irrigation. Cependant, c'est la connaissance de nos ressources en eau et la possession des techniques d'exploitation rationnelle qui permettront son utilisation optimale pour atteindre les buts mentionnés ci-dessus. La recherche permet d'obtenir ces connaissances. Une concentration de nos moyens scientifiques pour la recherche dans le domaine de l'eau contribuera donc à la réalisation des objectifs de la collectivité canadienne.

J.P. Bruce  
D.E.L. Maasland

Ottawa, Canada  
Juin 1968

## **REMERCIEMENTS**

Les auteurs remercient de tout cœur les personnes qui ont contribué à l'établissement du présent rapport. Il leur serait impossible de donner la liste de tous les scientifiques, ingénieurs et administrateurs qui ont fourni de précieux renseignements. Les auteurs remercient spécialement ceux qui ont pris de leur temps pour répondre au questionnaire, ainsi que les membres du Comité consultatif du Secrétariat des sciences (appendice n° I), les experts-conseils qui ont préparé les rapports spéciaux, et les membres du personnel du Secrétariat des sciences qui ont émis de nombreuses idées constructives et des remarques utiles. Le présent exposé est véritablement l'œuvre des cercles de la recherche dans le domaine de l'eau au Canada. Les auteurs espèrent que les conclusions générales et les recommandations qu'ils émettent seront soutenues par la plupart des personnes qui ont contribué au rapport, tout en reconnaissant que ses nombreux détails ne peuvent tous obtenir l'assentiment unanime des spécialistes de la recherche dans le domaine de l'eau.

Les auteurs adressent tout particulièrement leurs remerciements à mademoiselle Faye Sheppard qui a courageusement interprété leurs griffonnages et supporté leurs nombreuses révisions pour dactylographier les versions successives de l'original.

J.P.S. & D.E.L.M.

## TABLE DES MATIÈRES

|  | PAGE |
|--|------|
| AVANT-PROPOS.....  | vii  |
| PRÉFACE.....   | ix   |
| REMERCIEMENTS.....   | xi   |
| SOMMAIRE DES PRINCIPALES RECOMMANDATIONS.....  | xv   |
| <br>   |      |
| I <sup>er</sup> CHAPITRE. OBJECTIFS VISÉS PAR LE PRÉSENT EXPOSÉ.....   | 1    |
| I.1 Introduction.....  | 1    |
| I.2 Ressources canadiennes en eau.....   | 2    |
| I.3 Questions concernant les ressources en eau du Canada.....  | 5    |
| I.4 Définition et fonctions de la recherche dans le domaine des ressources en eau..                          | 7    |
| <br>   |      |
| II <sup>e</sup> CHAPITRE. PLAN DE L'ÉTUDE.....   | 11   |
| II.1 Genèse de l'étude.....  | 11   |
| II.2 Le Comité consultatif.....  | 12   |
| II.3 Sondage par questionnaire.....  | 13   |
| II.4 Les experts-conseils.....   | 15   |
| <br>   |      |
| III <sup>e</sup> CHAPITRE. ACTIVITÉ ACTUELLE EN RECHERCHE DANS LE DOMAINE<br>DES RESSOURCES EN EAU.....      | 17   |
| III.1 Résultats du sondage par questionnaire.....  | 17   |
| III.2 Organisation de la recherche dans le domaine de l'eau et progrès récents.....                          | 36   |
| III.3 Recherches des autres pays dans le domaine de l'eau.....   | 42   |
| <br>   |      |
| IV <sup>e</sup> CHAPITRE. AVANTAGES PROCURÉS PAR LA RECHERCHE DANS LE<br>DOMAINE DE L'EAU.....               | 47   |
| IV.1 Introduction.....   | 47   |
| IV.2 Conception et gestion des ouvrages de contrôle et d'adduction des eaux.....                             | 48   |
| IV.3 Avantages que procurent les recherches dans le domaine de la lutte contre la<br>pollution des eaux..... | 53   |
| IV.4 Aspects sociaux, économiques et institutionnels.....  | 56   |
| IV.5 Autres avantages.....   | 57   |
| IV.6 Résumé des avantages.....   | 58   |
| <br>   |      |
| V <sup>e</sup> CHAPITRE. HIÉRARCHIE DES BESOINS EN RECHERCHES.....   | 61   |
| V.1 Niveau global des recherches nécessaires.....  | 61   |
| V.2 Besoins dans les divers domaines de recherches.....  | 63   |
| V.3 Résumé des besoins en recherches et leur hiérarchie.....   | 65   |
| V.4 Besoins principaux en recherches et importance des efforts à réaliser dans<br>chaque spécialité.....     | 70   |
| <br>   |      |
| VI <sup>e</sup> CHAPITRE. ORGANISATION DE LA RECHERCHE SUR LES RESSOURCES<br>EN EAU AU CANADA.....           | 99   |
| VI.1 Organismes chargés de la gestion des ressources en eau.....   | 99   |
| VI.2 Répartition des efforts par secteur.....  | 100  |

|   | PAGE |
|---|------|
| VI.3 Besoins en personnel et subventions aux universités.....   | 104  |
| VI.4 Coordination des efforts.....  | 107  |
| VI.5 Publication des résultats de recherches.....   | 108  |
| VI.6 Échange d'informations.....  | 109  |
| VI.7 Utilisation des résultats de recherches.....   | 111  |
| VI.8 Continuation des études concernant la recherche sur les ressources hydriques au Canada.....  | 112  |
| APPENDICE I Membres du Comité Consultatif du Secrétariat des sciences sur la recherche dans le domaine des ressources hydrauliques..... | 117  |
| APPENDICE II Les Questionnaires dans les recherches en ressources hydrauliques, 1967  | 119  |

### Liste des tableaux

#### TABLEAU n°

|  |     |
|--|-----|
| 1. Évaluation du ruissellement annuel dans les régions peuplées du Canada, par régions principales (moyenne de longue période).....          | 3   |
| 2. Nombre de programmes de recherches dans le domaine de l'eau réalisés dans chaque province et à Ottawa.....                                | 18  |
| 3. Nombre de programmes de recherches selon le secteur ou l'organisme de réalisation.....  | 22  |
| 4. Financement des recherches selon sa source.....   | 24  |
| 5. Frais de réalisation des programmes de recherches, selon le secteur ou l'organisme de réalisation.....                                    | 26  |
| 6. Sources de financement des recherches et destination des fonds.....   | 29  |
| 7. Dépenses de recherches selon les provinces.....   | 32  |
| 8. Hommes-années de travail en recherches accomplies par les scientifiques, selon les titres universitaires.....                             | 34  |
| 9. Dépenses internes de recherches des organismes fédéraux du Canada et des États-Unis (Année budgétaire 1966-1967).....                     | 45  |
| 10. Prévisions par catégorie des frais de construction et de réparation de 1959 à 1980.....  | 50  |
| 11. Dépenses concernant les usines de purification et d'épuration des eaux de l'Ontario.....   | 54  |
| 12. Prévisions de la croissance des populations urbaines de 1961 à 1980.....   | 54  |
| 13. Comparaison entre la répartition des dépenses internes des organismes fédéraux des É.-U. et le total prévu des dépenses canadiennes..... | 66  |
| 14. Accroissement proposé des dépenses de recherches par spécialité.....   | 68  |
| 15. Source de financement des recherches par secteur.....  | 101 |
| 16. Réalisation des recherches par secteur.....  | 101 |

### Liste des figures

#### FIGURE n°

|   |    |
|---|----|
| 1. Répartition en pourcentage de l'ensemble des programmes de recherches dans le domaine de l'eau selon la province de réalisation et à Ottawa..... | 21 |
| 2. Source de financement des recherches et secteur de réalisation.....  | 28 |
| 3. Répartition des recherches dans le domaine de l'eau.....   | 30 |
| 4. Répartition des dépenses de recherches dans le domaine de l'eau et de la population.....   | 31 |

## **SOMMAIRE DES PRINCIPALES RECOMMANDATIONS**

1. *On doit reconnaître le rôle important des ressources en eau du Canada pour son économie et la nécessité de réaliser une sage gestion de ces ressources, qui contribuent pour une large part à la réalisation des buts de la collectivité canadienne.*

2. *La recherche hydro-économique \* doit être clairement mentionnée comme un domaine où l'on doit réaliser un large effort d'expansion dans le but de fournir des bases solides aux plans d'exploitation rationnelle des eaux.*

3. *Il faut qu'on accroisse les crédits d'exploitation \*\* des programmes de recherches hydro-économiques de 20 pour cent par an pour atteindre un budget d'environ 25 millions de dollars annuellement vers 1972-1973 et d'environ 75 millions vers 1978-1979.*

4. *Les programmes de recherches doivent être étendus de plus de 20 pour cent par an dans les domaines des précipitations, de l'écoulement dans le réseau hydrographique, des modifications du milieu par la pollution, de l'exploitation rationnelle des nappes phréatiques, des incidences économiques et sociales, de la conception des réseaux de stations et des instruments de mesure. Nous recommandons une croissance de la recherche un peu plus lente que la moyenne dans les domaines du cycle hydrologique, de la neige et de la glace, des nappes phréatiques, du dessalement de l'eau de mer, des méthodes d'épuration des eaux résiduaires, du traitement des données et de leur publication. Le V<sup>e</sup> chapitre donne le détail des raisons sur lesquelles se fondent ces recommandations, dont le sommaire est donné au tableau n<sup>o</sup> 13.*

5. *La répartition actuelle des programmes de recherches dans les différents secteurs de l'économie semble assez bien convenir aux travaux de recherches hydro-économiques. Nous recommandons cependant que les universités accroissent légèrement leur pourcentage du total, qui devrait passer de 19.4 pour cent à 22 ou 25 pour cent, de même que celui des experts-conseils du secteur privé.*

*Les charges assumées par les gouvernements provinciaux devraient constituer une proportion stable du total. En conséquence, les recherches se poursuivant dans les laboratoires des organismes publics devraient s'accroître d'un peu moins que la moyenne de 20 pour cent par an.*

6. *Il est indispensable que les autorités adoptent une ligne de conduite favorisant l'orientation vers les sciences hydro-économiques d'une plus forte proportion des diplômés du 1<sup>er</sup> cycle universitaire (gradués), dans le but d'obtenir les effectifs nécessaires à l'accroissement des programmes de recherches. En outre, la nécessité d'améliorer constamment la qualité des travaux de recherches entraîne à donner une formation supérieure multi-disciplines à un grand nombre de scientifiques désirant entreprendre des recher-*

\* Les recherches hydro-économiques sont les recherches réalisées dans le domaine de l'eau en vue de l'utilisation rationnelle de cette richesse naturelle.

\*\* Les frais d'exploitation des programmes de recherches consistent en dépenses d'exécution et de fonctionnement à l'exclusion des immobilisations pour les bâtiments, les installations de recherche, etc.

ches dans ce domaine. Il sera nécessaire que le gouvernement et l'industrie étendent simultanément leurs programmes de recherches pour que le Canada utilise au maximum ses effectifs scientifiques.

7. Le financement des recherches dans le domaine de l'eau dans les universités devrait s'opérer de trois façons: a) Octroi de subventions, semblables à celles du Conseil national de recherches, à des scientifiques hautement qualifiés sans qu'il soit exigé trop de précisions sur la nature de leurs programmes de recherches; b) Octroi de subventions à la recherche par le canal du nouveau Comité consultatif national de la recherche hydro-économique, consistant surtout en subventions de développement aux grands centres de recherches dans le domaine de l'eau, d'universités choisies, et aux programmes de recherches étroitement liés aux missions dont les organismes fédéraux sont chargés, et c) Octroi de contrats de recherches par les organismes fédéraux et provinciaux et par l'industrie.

8. Les programmes de recherches réalisés par le secteur privé pourraient également bénéficier des deux derniers types d'aide mentionnés à l'alinéa 7. Il est particulièrement important d'encourager, par le canal de subventions et de contrats de recherches, les travaux entrepris par des firmes d'experts-conseils afin de rendre plus efficace la transmission des résultats de la recherche aux utilisateurs.

9. Il faudrait procéder à une nouvelle étude des recommandations concernant la répartition en spécialités des recherches dans le domaine de l'eau et la répartition proposée en secteurs de réalisation, à la lumière des modifications économiques, industrielles et sociales qui se seront produites dans le pays en 1972, ainsi que des prospectives économiques pour la décennie suivante qui seront disponibles à ce moment-là. En outre, on devrait entreprendre des études pour évaluer les réalisations des principaux centres de recherches dans le domaine de l'eau qui ont été établis, soit comme institut fédéral de recherches, soit comme centre commun à un organisme public et à une université, soit encore comme centre universitaire, en vue de fournir des données précises pour le développement futur de ces organismes.

10. Il faudrait fonder une revue canadienne des recherches dans le domaine de l'eau, en vue d'assurer la publication et la dissémination rapide du résultat des recherches dans ce domaine. Le Comité consultatif national de la recherche hydro-économique devrait étudier la meilleure façon d'entreprendre ce programme de publication.

11. On devrait établir un Bureau canadien pouvant fournir des données sur les programmes de recherches en cours et sur les résultats publiés, tant aux spécialistes de l'eau qu'aux utilisateurs. Ce service devrait avoir d'étroites relations avec les services similaires d'autres pays tels le «Water Research Scientific Information Centre» au Secrétariat américain de l'Intérieur, et le «Science Information Exchange» de la Smithsonian Institution, en vue d'assurer une utilisation optimale des résultats des recherches menées à bien à l'étranger.

## I<sup>er</sup> chapitre

# OBJECTIFS VISÉS PAR LE PRÉSENT EXPOSÉ

### I.1 Introduction

L'eau est la plus importante des richesses de l'homme. Aucun être vivant, plante ou animal, ne peut survivre sans eau. Aucune collectivité humaine ne peut se maintenir sans un approvisionnement convenable d'eau potable. L'eau est utilisée pour les foyers et pour l'industrie, pour le transport et pour les loisirs, pour l'alimentation du réseau hydroélectrique et l'évacuation des résidus urbains, l'irrigation et l'alimentation des établissements piscicoles. On peut difficilement trouver une activité humaine qui ne réclame pas l'utilisation de l'eau à un stade quelconque de son déroulement.

Wolman<sup>1</sup> estime que la quantité d'eau qu'on trouve sur la terre atteint  $10^{15}$  «acres-pieds» ( $1,23 \cdot 10^9 \text{ km}^3$ ) dont seulement un pour cent se trouve sous forme d'eau douce utilisable dans les réserves souterraines, dans le sol arable, dans les lacs et dans les cours d'eau. Le bien-être de notre société dépend d'une bonne gestion de cette richesse qui n'est pas illimitée. Il est nécessaire que chaque pays soutienne un niveau de recherches convenant à la valeur de cette richesse naturelle.

D'une façon descriptive, on connaît assez bien les aspects divers du cycle hydrologique. L'évaporation qui se produit à la surface du sol, des cours d'eau, des lacs et des océans transfère l'eau à l'atmosphère. Cette eau est retournée sous forme de précipitation à la surface du sol et à nos lacs et rivières. Si on ne contrôle pas son écoulement et qu'on le laisse se produire au hasard des circonstances naturelles, ce don du ciel n'offre pas que des avantages. Des périodes de sécheresse et des périodes d'inondations désastreuses se produisent sans rime ni raison.

Le contrôle de l'écoulement des cours d'eau et des nappes souterraines relève donc de l'économie des eaux. Contrôler ne signifie pas seulement que des masses d'eau seront disponibles en temps de sécheresse et que les inondations seront prévenues. Contrôler a une signification bien plus large, et suppose l'aménagement optimal des ressources en eau pour le bien-être physique, social et économique de la collectivité. Un tel contrôle requiert la compétence technique des ingénieurs, les connaissances des scientifiques, le jugement des économistes, l'intérêt des industriels, les conseils des naturalistes et par-dessus tout la vigilance du public.

---

<sup>1</sup> Abel Wolman, *Water resources, a report to the Committee on Natural Resources of the National Academy of Sciences.*—National Research Council, publication 1000-B, Washington, D.C., 1962.

L'utilisation optimale des ressources en eau dépend pour une large part des nouvelles méthodes de prévision des inondations et de la sécheresse et de lutte contre ces fléaux, des nouvelles façons de prévenir ou de réduire la pollution, des nouvelles techniques et des matériaux nouveaux pour l'érection d'ouvrages hydrauliques, d'une meilleure compréhension du cycle hydrologique, de meilleures méthodes de protection de notre approvisionnement en eau, et d'une meilleure connaissance des répercussions sociales, économiques et institutionnelles d'autres programmes possibles de gestion des eaux. C'est la recherche qui nous a fourni les données sur lesquelles est fondé notre programme actuel de gestion des eaux.

Au fur et à mesure de l'augmentation de la population canadienne et de la productivité du pays, la demande d'approvisionnement en eau s'accroît. Dans quelques régions, les autorités doivent faire face à une sérieuse disette d'eau et à des difficultés causées par la pollution des approvisionnements disponibles. Pour résoudre nos problèmes hydro-économiques actuels et pour faire face à ceux qui se profilent à l'horizon, il est indispensable que nous établissions un programme bien conçu et bien équilibré de recherches hydro-économiques.

Le présent rapport passe en revue les programmes actuels de recherches hydro-économiques au Canada. Il présente des recommandations concernant le niveau désirable du financement futur des recherches hydro-économiques, et la répartition des crédits dans les différents domaines. Il présente aussi des remarques concernant les dispositions institutionnelles et la répartition de la besogne en recherches hydro-économiques, en vue d'assurer un emploi efficace des fonds et des effectifs, la disponibilité d'effectifs scientifiques in situ, la dissémination immédiate des résultats nouveaux et leur transmission aux autorités responsables de la gestion des eaux et de la conception des ouvrages hydrauliques. Les auteurs espèrent que leur rapport servira à stimuler les échanges d'idées entre spécialistes de l'eau et les responsables de la gestion des eaux au sujet de l'importance et de la nature des recherches hydro-économiques au Canada.

## **I.2 Ressources canadiennes en eau**

L'inventaire des eaux canadiennes indique certains traits particuliers frappants, dont quelques-uns découlent de la grandeur même du pays, et d'autres des conditions hydrologiques et climatiques. On peut dire, en gros, que l'Est du pays et l'extrême Ouest jouissent d'un excédent d'eau, alors que les Prairies ne disposent que d'une quantité moyenne assez faible. Cass-Beggs<sup>2</sup> a calculé les quantités d'eau de ruissellement dans les régions habitées du Canada; elles sont reproduites dans le tableau n° 1. Les provinces des Prairies couvrent environ le tiers de la superficie habitée du pays, et le volume d'eaux de ruissellement n'atteint que 6.7 pour cent du total. D'autre part, l'épaisseur de la lame d'eau équivalente aux eaux de ruissellement en

---

<sup>2</sup> D. Cass-Beggs, "Water as a Basic Resource", *Resources for Tomorrow Conference Background Papers*, vol. 1, Ottawa, Imprimeur de la Reine, 1961.

**Tableau n° 1.—Évaluation du ruissellement annuel dans les régions peuplées du Canada, par régions principales (moyenne de longue période)**

| Région                               | Précipitation                          | Ruissellement                       |                                 |  |                                 |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|
|                                      | en millions d'acres-pieds <sup>a</sup> | millions d'acres-pieds <sup>a</sup> | pourcentage de la précipitation | épaisseur de la lame équivalente en pouces | rapport à la moyenne canadienne |
| Maritimes.....                       | 234                                    | 145                                 | 62.0                            | 25.6                                       | 1.95                            |
| Québec.....                          | 433                                    | 167                                 | 38.6                            | 14.5                                       | 1.10                            |
| Ontario.....                         | 240                                    | 89                                  | 37.1                            | 11.2                                       | .85                             |
| Prairies.....                        | 295                                    | 51                                  | 17.3                            | 2.8  | .21                             |
| Colombie-Britannique.....            | 402                                    | 314                                 | 78.1                            | 24.4                                       | 1.85                            |
| Total pour les régions peuplées..... | 1,604                                  | 766                                 | 47.7                            | 13.2                                       | 1.00                            |

<sup>a</sup> 1 «acre-pied» = 1230 m<sup>3</sup>.

Colombie-Britannique et dans les Maritimes dépasse même la hauteur moyenne annuelle de pluie dans les Prairies.

Le tableau montre clairement la diversité des situations au Canada, diversité qui détermine le genre de problème de gestion rencontré dans chaque région.

Les travaux d'aménagement hydro-électrique ont été très nombreux au cours des dernières décennies. La puissance des centrales hydro-électriques constitue plus de 70 pour cent de la puissance totale des centrales canadiennes. Le Canada se trouve en troisième place des producteurs mondiaux pour la quantité produite d'énergie électrique, très près derrière l'U.R.S.S. et le deuxième pour la quantité produite par habitant, derrière la Norvège. Les centrales thermiques et électronucléaires prendront une place plus importante au cours des années. Cependant, la puissance hydro-électrique installée continuera à croître, particulièrement pour faire face aux pointes de consommation. La puissance hydro-électrique maximale non installée, calculée selon le débit disponible pendant au moins la moitié du temps, atteint encore presque trois fois la puissance installée. Il est clairement important pour le Canada de disposer d'énergie hydro-électrique à bon compte.

L'industrie utilise plus d'eau que de n'importe quelle autre substance. Il faut 65,000 gallons d'eau pour produire une tonne d'acier, 10 gallons d'eau pour préparer un gallon d'essence, 250 tonnes d'eau pour fabriquer une tonne de papier-journal et 300 gallons d'eau pour brasser un baril (159 l.) de bière. Les possibilités d'installer de nouvelles industries et leur emplacement même dépendent largement d'un accès aisé à de gros approvisionnements en eau douce.

Les voies navigables canadiennes ont une grande importance pour le transport des marchandises. Les cargos naviguant dans la voie maritime du Saint-Laurent et dans les Grands Lacs transportent chaque année 50 millions de tonnes de marchandises. Outre la navigation commerciale, nos voies navigables servent à des milliers de bateaux de plaisance. L'eau est même indispensable à 80 pour cent des loisirs extérieurs des Canadiens, qui se délassent à la pêche, à la nage, et au canotage.

Nous avons donné au paragraphe I-1 ci-dessus le chiffre exprimant la quantité d'eau totale qui se trouve sur terre. On a exécuté divers calculs de la part canadienne de l'approvisionnement mondial en eau douce. Les chiffres estimés vont de 20 pour cent à presque 50 pour cent. En réalité la connaissance de nos richesses en eau est très rudimentaire, excepté dans les régions très peuplées.

Un trait particulier des ressources canadiennes en eau est l'abondance des eaux douces se trouvant dans les lacs; la superficie des lacs représente environ 8 pour cent de la superficie totale du pays, et une superficie plus grande que celle de l'Alberta. La partie canadienne des Grands Lacs à elle seule, d'une superficie de 36,000 milles carrés, contient environ 9 pour cent du volume total des eaux lacustres du monde. Onze autres lacs ont une superficie de plus de 1,000 milles carrés chacun. Voyons maintenant les cours d'eau. La moyenne de leur débit atteint environ 2.5 millions de pieds cubes par seconde, soit 6 pour cent de la moyenne du débit total de toutes les rivières et fleuves du monde (40 millions de pieds cubes par seconde). Quelques-uns des grands fleuves du monde, tels le Saint-Laurent, le Nelson, la Saskatchewan, le Columbia, le Yukon, le Mackenzie et la Rivière La Paix ont leur cours entier ou en partie au Canada. Cependant les chiffres concernant les eaux souterraines sont moins roses. Bien que le Canada ait une superficie qui représente 8 pour cent des terres émergées, sa part des eaux souterraines est probablement plus faible. Les raisons en sont l'existence de zones étendues de pergélisol, la minceur des sols et sous-sols superficiels recouvrant les régions érodées pendant la période glaciaire dans le Bouclier canadien, la présence habituelle de roches cristallines du précambrien qui ne contiennent pas de strate aquifère, la présence de fortes quantités d'eau de fond salée dans la région des Prairies, etc. On doit se souvenir que la plus grande partie des approvisionnements en eau du monde se trouve sous forme de nappes souterraines, de sorte que les approvisionnements du Canada en eau douce représente moins de 10 pour cent du total mondial. Cependant, si l'on effectue les calculs de l'approvisionnement en eau douce par habitant, on peut estimer que les réserves en eau par individu sont tout à fait adéquates, et que par conséquent les problèmes qui se posent au Canada sont différents de ceux de la plupart des autres pays.

### **I.3 Questions concernant les ressources en eau du Canada**

Quels sont donc les problèmes que pose l'utilisation des ressources en eau du Canada?

Une première difficulté provient de la grandeur du pays et de l'inaccessibilité de nombreuses régions. On ne peut utiliser intelligemment les ressources en eau avant de posséder tous les renseignements dignes de foi concernant l'écoulement dans le réseau hydrographique, les précipitations et d'autres facteurs. Au Canada la plupart de ces données doivent être obtenues au moyen d'instruments automatiques fonctionnant dans des conditions très rigoureuses. Ce matériel n'est absolument pas disponible actuellement à des prix raisonnables. Le succès des recherches et du développement technique de tels instruments capables de fonctionner dans des conditions climatiques très dures, ne requérant que peu d'entretien et de réparations, comblerait une lacune évidente au Canada et dans d'autres pays du monde.

Les eaux résiduaires provenant d'une population en accroissement rapide, d'une industrie en expansion, les engrais lessivés des champs par les eaux de ruissellement et de nombreux facteurs secondaires découlant de l'accélération du développement économique causent une modification de notre milieu naturel. Des divergences de plus en plus nombreuses se produisent entre l'utilisation de nos voies d'eaux pour le transport des résidus de notre société et les exigences de l'adduction d'eau potable ou d'eau pour usage industriel. Quantité de problèmes sont posés par ces incompatibilités. Certains sont de nature technique, d'autres de nature sociale ou économique. L'accroissement de la pollution dans les régions à forte densité de population menace les établissements piscicoles, les loisirs nautiques, la faune et la flore, et l'alimentation en eau des municipalités. Il faut que nous trouvions des méthodes pour que ces différentes utilisations des eaux deviennent compatibles. La vitesse de dissémination des polluants et de leur destruction par des agents naturels dans nos lacs et nos rivières doit être étudiée soigneusement pour profiter au maximum des processus naturels. Nous devons mettre au point des méthodes peu coûteuses d'épuration des eaux résiduaires, et trouver des moyens satisfaisants de partage des frais de lutte contre la pollution. Il faut que nos scientifiques déterminent les effets de certains composants des polluants sur le milieu aquatique et sur sa faune et sa flore.

La plus grande partie des approvisionnements en eau du Canada proviennent de la fonte de la neige et de la glace. On ne comprend qu'imparfaitement les conditions et les processus de la fonte des neiges et de la débâcle. De même, les facteurs influençant la formation de la glace ne sont pas assez bien connus pour qu'on puisse prévoir avec précision le moment où les rivières seront prises et le moment de la débâcle, pour retarder le premier et accélérer le second. La possibilité d'allonger la saison de navigation dans les

Grands Lacs et dans la Baie d'Hudson serait très avantageuse pour le Canada, ainsi que la possibilité de régulariser partiellement la fonte des neiges dans les régions montagneuses du Canada, en Alberta et en Colombie-Britannique.

Le Canada et les États-Unis se partagent les eaux du Saint-Laurent, des Grands Lacs, du Columbia et d'autres cours d'eau. Il est absolument nécessaire que les délégués du Canada aient en mains toutes les données pertinentes lors de leurs négociations avec notre voisin au sujet du partage des eaux et de la lutte contre la pollution. Ces données, dans de nombreux cas, ne seront disponibles que par la réalisation de programmes intensifs de recherches. Un transfert des masses d'eau peut être réalisé de bassin hydrographique à bassin hydrographique, de province à province et même de pays à pays. Quel que soit le cas, il requiert des études approfondies. Notre connaissance des réserves en eau du Canada est inadéquate, mais nos méthodes d'évaluation des besoins en eau et celles d'établissement des prospectives de nos besoins futurs sont encore plus imprécises. C'est seulement par la concentration des énergies dans ces domaines de recherches qu'on pourra déterminer rationnellement les avantages et les désavantages des transferts de masses d'eau.

De nombreux travaux restent à faire dans le domaine de l'hydrologie. En raison des corrélations complexes entre les différents stades du cycle hydrologique, cette science est encore de nature très largement empirique. Il en résulte qu'un pays très étendu comme le Canada, où les conditions climatiques et hydrologiques sont très variées, requiert l'accomplissement d'un certain nombre d'études similaires dans les diverses régions. Comme le but des études hydrologiques est de fournir des critères de conception et de fonctionnement aux ingénieurs-concepteurs et aux responsables d'un très grand nombre d'ouvrages coûteux de contrôle et d'adduction des eaux, il est difficile d'exagérer l'importance de la recherche économique dans ce domaine. Sous l'impulsion de la Décennie hydrologique internationale, les recherches en hydrologie se sont étendues largement dans le monde entier au cours des dernières années. L'étude des bassins versants expérimentaux et modèles a fortement augmenté, et les futurs travaux d'analyse des données recueillies actuellement permettront d'améliorer notre connaissance des critères régionaux de calcul des ouvrages.

Le domaine entier des ressources en eau a été traditionnellement réservé aux ingénieurs et aux spécialistes des sciences naturelles. Dans une société dont la complexité s'accroît constamment, la participation des spécialistes des sciences sociales devient indispensable. On doit faire face aux problèmes du partage des juridictions entre les gouvernements fédéral et provinciaux. Le code des eaux prend de l'importance au fur et à mesure que la concurrence pour se procurer de l'eau augmente. On doit établir des lignes de conduite pour les transferts de masses d'eau entre bassins hydrographiques, entre provinces et entre nations. Toutes les répercussions sociales de l'aménagement des ressources en eau doivent être étudiées soigneusement car toute

décision prise au sujet de l'adduction d'eau et de l'installation d'égouts affecte le développement des agglomérations et leur hygiène. Ce choix peut constituer un puissant moyen d'orientation et de modelage des quartiers résidentiels et industriels. On s'est demandé si les sciences sociales avaient la possibilité de résoudre ces problèmes. Ce doute ne constitue pas une excuse pour ne pas leur chercher une solution. Au contraire, les spécialistes des sciences sociales doivent s'attaquer aux problèmes et mettre au point des méthodes d'aplanissement des difficultés sociales et économiques causées par les problèmes actuels et ceux qui sont en gestation.

Nous avons mentionné dans le chapitre précédent quelques-uns des problèmes hydro-économiques que le Canada affronte au début de son second siècle. Comme le bien-être de la population canadienne dépend étroitement de l'utilisation judicieuse de ses ressources en eau, le pays aura besoin de plus en plus qu'on entreprenne des recherches sur les divers facteurs permettant une telle utilisation. L'urbanisation et l'industrialisation accélérées taxeront excessivement nos possibilités de faire face aux nouvelles difficultés si l'on ne lance pas un programme de recherches bien structuré. Le Canada doit accroître sa production agricole par l'extension de l'irrigation s'il veut apporter sa contribution aux pays affamés du tiers-monde tout en nourrissant sa propre population en croissance rapide. Toutes les indications obtenues montrent qu'un programme bien charpenté de recherches hydro-économiques constituera un avantage énorme pour le Canada et élargira ses possibilités futures. Nous étudierons quels sont les avantages potentiels et les niveaux souhaitables de recherche dans les chapitres suivants du présent rapport.

#### **I.4 Définition et fonction de la recherche dans le domaine des ressources en eau**

On peut classer les travaux de recherches selon la discipline qu'ils impliquent ou l'objectif qu'ils se proposent. La recherche hydro-économique appartient clairement à la classification par objectif. Elle mobilise des scientifiques appartenant à un grand nombre de disciplines, telles que le génie civil, la physique, la biologie, la chimie, l'écologie, la géographie, l'économie, la sociologie et bien d'autres encore. Tous ces spécialistes œuvrent cependant dans un but commun, l'acquisition des connaissances concernant les ressources en eau et de leur exploitation optimale. Les objectifs de la recherche hydro-économique ont été clairement définis par le Comité de la recherche hydro-économique du Conseil fédéral des sciences et de la technologie des É.-U.<sup>3</sup> «... les objectifs du programme fédéral de recherches seront les suivants:

1. mettre au point des méthodes de préservation et d'augmentation des quantités d'eau disponibles;

---

<sup>3</sup> Committee on Water Resources Research, Federal Council for Science and Technology, *A Ten-Year Program of Federal Water Resources Research*, Washington, D.C.: U.S. Printing Office, 1966, 88 pages.

2. perfectionner les techniques de contrôle de l'écoulement des eaux pour diminuer l'érosion, les inondations et autres endommagements;
3. mettre au point des méthodes de lutte contre la pollution des eaux pour protéger et améliorer la quantité des approvisionnements en eau;
4. mettre au point et améliorer des méthodes d'évaluation de l'aménagement hydro-économique et de la gestion des ressources en eau en vue d'obtenir les plus grands avantages économiques et sociaux;
5. obtenir une bonne connaissance de la nature de l'eau, de ses processus de répartition dans la nature, de ses interactions avec le milieu environnant, et des effets de l'activité humaine sur les processus naturels. Cette connaissance est indispensable à la réalisation des objectifs mentionnés aux paragraphes 1 à 4.
6. mettre au point des techniques efficaces et de coût minimal pour la conception, la construction, et l'exploitation des ouvrages hydrauliques nécessaires à la mise en application des programmes d'utilisation des ressources en eau. Des considérations primordiales d'efficacité et de sécurité, et aussi d'économie en raison des frais énormes et toujours croissants de réalisation et d'exploitation des installations d'utilisation des eaux dont le nombre, la taille et la complexité augmentent rapidement, nécessitant que nous accomplissions de grands efforts pour résoudre ces problèmes;
7. mettre au point de nouvelles méthodes pour recueillir les données hydrotechniques nécessaires à la conception de projets d'utilisation des ressources hydriques.

L'étude des facteurs qui permettent d'atteindre ces objectifs a été considérée dans le présent rapport comme faisant partie de la recherche hydro-économique.

Au point de vue pratique, il est souvent difficile de décider si un certain travail constitue ou ne constitue pas de la recherche hydro-économique. De nombreux programmes de recherches consacrent une fraction de leurs travaux aux questions d'eau, mais visent surtout d'autres buts, qu'ils soient agricoles, piscicoles, etc. Dans notre analyse des travaux de recherches hydro-économiques, nous n'avons inclus que les programmes qui se rattachaient aux domaines de travaux suggérés dans les sept alinéas ci-dessus (Voir le chapitre II.3, Questionnaire de sondage).

Un autre problème se présente lorsqu'on définit la recherche hydro-économique. Comme il s'agit principalement d'un domaine des sciences appliquées, il a été parfois difficile de tracer la frontière entre recherche appliquée et études techniques. Pour établir cette ligne de démarcation, nous avons

utilisé la définition de la recherche telle qu'établie par l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE)<sup>4</sup>.

La recherche est un travail entrepris surtout pour faire progresser la connaissance scientifique, que le chercheur ait ou non une application particulière en vue. Le travail où cet élément d'innovation n'existe pas, comme le rassemblement des données, n'a donc pas été considéré comme recherche.

---

<sup>4</sup>OECD, *Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Development*, DAS/PD/62.47 (3<sup>e</sup> révision), Paris. On connaît aussi cette publication sous le nom de Frascati Manual.

## II<sup>e</sup> chapitre

### PLAN DE L'ÉTUDE

#### II.1 Genèse de l'étude

Il est évident qu'une mise en valeur et une gestion judicieuses des ressources en eau du Canada requièrent les connaissances que seul un programme de recherches bien charpenté peut fournir. Il faut cependant remarquer que jusqu'à présent notre connaissance de l'envergure et de la nature des travaux canadiens en recherches hydro-économiques a été rudimentaire. On ne disposait pas, avant le présent sondage, d'une estimation fiable des dépenses totales encourues pour la réalisation des recherches hydro-économiques au Canada, en vue d'établir des comparaisons avec le niveau d'activité en recherches dans d'autres disciplines, et avec le niveau requis pour réaliser une mise en valeur et une gestion avisées de cette richesse. Ce manque de renseignements détaillés concernant les travaux de recherches hydro-économiques, renseignements indispensables à l'élaboration des principes directeurs en ce domaine, constituait une source de préoccupations à différents niveaux de gouvernement, ainsi que dans les secteurs universitaire et privé.

Le Secrétariat des sciences, connaissant cette situation, décida de faire un inventaire des travaux de recherches hydro-économiques au Canada, et de délimiter à l'aide de cet inventaire les lacunes existant entre les divers programmes de recherches, et les domaines exigeant une attention spéciale à l'avenir. Le Secrétariat des sciences demanda à l'auteur principal responsable du présent rapport d'établir le schéma d'un programme d'exécution de cette étude, en visant les objectifs particuliers suivants:

1. Établissement d'un inventaire des programmes de recherches hydro-économiques existants ou prévus par les organismes publics, les universités, les instituts de recherches et les firmes privées du Canada.
2. Détermination des besoins en recherches hydro-économiques en fonction des problèmes actuels et prochains de l'eau au Canada, et des moyens de faire face à ces difficultés si elles ne sont pas en voie de résolution.
3. Étude des besoins en effectifs scientifiques et des méthodes de formation de ces effectifs.

Le Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, qui est l'organisme fédéral chargé de coordonner les questions d'économie des eaux, donna son appui au relevé et le soutint activement, ainsi que le Conseil conjoint fédéral-provincial des ministres des richesses naturelles et le Comité

national canadien de la Décennie hydrologique internationale. Le Conseil des sciences du Canada approuva l'étude à sa réunion du 9 mai 1967 et forma ensuite un Comité des recherches hydro-économiques sous la présidence de M. J. T. Wilson, D<sup>r</sup> ès sc., directeur du Collège Erindale à l'Université de Toronto. Le Conseil des sciences a examiné le présent rapport du groupe d'études, d'autres documents concernant les travaux de recherches au Canada, et le rapport de son Comité des recherches hydro-économiques, et a publié ses recommandations en ce domaine sous le titre de Rapport n<sup>o</sup> 3 du Conseil des Sciences.

## **II.2 Le comité consultatif**

Les auteurs se sont rendu compte au cours des premiers stades de l'étude que le succès de cette entreprise dépendrait largement des conseils et de la collaboration de scientifiques éminents du domaine hydro-économique. Un Comité consultatif auprès du groupe d'études fut formé par des personnes provenant des divers niveaux de gouvernement et des universités, bien au courant des conditions hydro-économiques régnant dans diverses parties du pays et du large éventail de techniques servant de fondement aux recherches dans ce domaine.

L'appendice n<sup>o</sup> I donne la liste des membres du Comité et des organismes auxquels ils appartiennent.

Le Comité a tenu deux réunions au cours de l'étude, dont chacune dura deux jours. La première réunion a été consacrée à l'examen de l'envergure de l'étude et des méthodes fondamentales à employer. On adopta la marche à suivre suivante:

I<sup>re</sup> phase: établissement d'un inventaire des travaux de recherches hydro-économiques grâce à un sondage par questionnaire, complété par des entrevues personnelles si nécessaire.

II<sup>e</sup> phase: à mener de concert avec la 1<sup>re</sup> phase: engagement d'experts-conseils qui aideraient à analyser objectivement les besoins du Canada en recherches hydro-économiques. Ils étudieraient les avantages économiques que pourraient procurer divers types de recherches dans le domaine de l'eau (voyez l'article II.3 ci-dessous) et exposeraient les travaux et les besoins dans des domaines spécialisés où il est particulièrement difficile d'obtenir des renseignements par la voie d'un questionnaire.

III<sup>e</sup> phase: le groupe d'études réaliserait une synthèse de l'étude, en utilisant les résultats du sondage par questionnaire et les renseignements fournis par les experts-conseils et préparerait un rapport sur les recherches hydro-économiques en cours et sur les besoins du Canada en ce domaine.

La seconde réunion du Comité a été consacrée à un examen et à une analyse des résultats du questionnaire, et à une étude des rapports des experts-conseils. Il en résulta une liste de principes directeurs qui serviraient à rédiger les recommandations du présent rapport. On doit savoir que des

principes directeurs représentaient l'opinion de la majorité des membres du Comité, mais qu'ils n'ont pas été complètement approuvés par tous. En outre, les auteurs du présent rapport ont dû interpréter ces principes directeurs et combler de nombreuses lacunes de détail. Cette dernière opération a été faite dans l'esprit des principes directeurs mentionnés, mais les auteurs n'ont pas cherché à obtenir l'approbation de tous les membres du Comité au sujet de ces détails. En conséquence, les auteurs assument toute responsabilité pour les opinions exprimées dans le présent rapport, bien qu'ils aient suivi d'aussi près que possible les principes directeurs établis par le Comité consultatif.

### **II.3 Sondage par questionnaire**

Un grand nombre d'organismes divers s'occupent de recherches hydro-économiques et il est à remarquer que des ingénieurs et des scientifiques de nombreuses disciplines sont actifs en ce domaine. Deux questionnaires ont été préparés en vue d'obtenir des renseignements de ce groupe divers, l'un s'adressant aux chercheurs individuels et l'autre aux administrateurs des centres de recherches.

Les deux titres des questionnaires étaient «Questionnaire de programme scientifique» et «Questionnaire administratif». Ces questionnaires sont reproduits à l'appendice n° II.

Il a été nécessaire bien entendu de répartir les recherches hydro-économiques en différentes catégories. Pour faciliter les comparaisons avec les travaux de recherches accomplis aux États-Unis, nous avons utilisé la classification du Comité des recherches hydro-économiques du Conseil fédéral des sciences et de la technologie des É.-U., après modification pour l'adapter aux besoins canadiens. Cette classification divise les différentes catégories selon l'objectif visé. Bien qu'elle exclue les travaux qu'on ne considère pas habituellement comme faisant partie du domaine des ressources hydriques, cette classification est complète et on l'a utilisée avec succès depuis un certain nombre d'années pour des études similaires.

Pour atteindre les objectifs de notre étude, nous avons englobé dans la recherche hydro-économique les recherches menées dans les principales catégories suivantes:

1. Nature de l'eau.—Recherches fondamentales sur l'eau en tant que substance;
2. Le cycle hydrologique.—Répartition naturelle de l'eau dans l'espace et dans le temps, et phénomènes affectant les eaux atmosphériques, les eaux de surface et les eaux souterraines.
3. Accroissement et protection des approvisionnements en eau.—Recherches appliquées concernant les méthodes d'accroissement et de préservation des approvisionnements d'eau disponible.

4. Gestion et contrôle des masses d'eau.—Recherches concernant l'exploitation rationnelle des eaux, à l'exclusion de leur préservation, et répercussions des travaux connexes (par exemple l'utilisation des terres et l'urbanisation) sur les approvisionnements en eau et les inondations.
5. Gestion et protection de la qualité des eaux.—Méthodes d'identification des pollutions, leur description et lutte contre la pollution.
6. Planification hydro-économique.—Recherche pour la mise au point de techniques de planification, et étude des incidences sociales, économiques, juridiques et institutionnelles de la planification de l'utilisation des ressources hydriques.
7. Données concernant les ressources en eau.—Recherches concernant les méthodes de détermination du type et du nombre de données fondamentales nécessaires, et méthodes améliorées de rassemblement de ces données.
8. Ouvrages hydrauliques.—Recherches concernant la conception de ces ouvrages, les matériaux et les méthodes de construction, s'appliquant spécialement au contrôle des eaux.

En vue d'obtenir des renseignements nombreux, les 8 catégories précédentes ont été subdivisées en spécialités (sous-catégories). Ce système a été utilisé pour les deux questionnaires, et il est détaillé avec le questionnaire reproduit à l'appendice n° II.

Les questionnaires de programme scientifique furent envoyés aux chercheurs individuels et aux chefs des petits groupes de recherches. Les données requises concernaient les programmes individuels, leurs besoins en effectifs, les frais d'exploitation et les immobilisations de capitaux, les sources de financement, etc. Trois questions supplémentaires encourageaient la personne répondant au questionnaire à exposer ses vues concernant les objectifs prioritaires et l'application des résultats de la recherche à l'exploitation rationnelle des ressources en eau du Canada.

Les questionnaires administratifs, d'autre part, demandaient des renseignements concernant les recherches hydro-économiques aux centres comptables des organismes publics, des facultés et des départements universitaires, de l'industrie, des conseils de recherches, etc. On essaya de déterminer non seulement quels étaient les travaux de recherches en cours et leur ordre d'importance, mais on demanda aussi aux organismes d'estimer quel serait l'effort à accomplir, tant en financement qu'en effectifs. On demanda en outre aux organismes répondants de fournir les renseignements concernant les effectifs actuels et futurs en tenant compte de leur spécialisation ou de leur formation et de leurs titres universitaires. Les questions terminant le questionnaire concernaient les besoins en recherches, les priorités à établir et les applications des résultats des recherches, tout comme dans le questionnaire de programme scientifique.

Les questionnaires furent envoyés tout d'abord aux adresses figurant dans les listes d'envoi de Conseil canadien de la Décennie hydrologique internationale.

Les organismes fédéraux furent sollicités de fournir des adresses par les membres du service des liaisons extérieures de chacun d'entre eux. Les membres du Comité consultatif et d'autres personnes ajoutèrent d'autres noms à la liste d'envoi. Un peu moins de 1,000 questionnaires en tout furent envoyés.

#### **II.4 Les experts-conseils**

Bien qu'on puisse obtenir des renseignements de grande valeur par l'intermédiaire de questionnaires, le Comité consultatif recommanda qu'on étudie très spécialement trois domaines importants pour la présente étude. On engagea donc des experts-conseils pour évaluer les avantages économiques possibles, les travaux de recherches et les besoins en recherche dans trois domaines principaux, qui étaient les suivants:

1. L'amélioration de la conception des ouvrages de contrôle et d'adduction des eaux.
2. La lutte contre la pollution des eaux.
3. Les répercussions sociales, économiques et institutionnelles de la recherche hydro-économique.

La première étude concernant les avantages pouvant découler des recherches d'amélioration de la conception des ouvrages de régularisation et d'adduction des eaux a été menée à bien par H.G. Acres Limited, Ingénieurs-conseils, de Niagara Falls, Ontario; l'étude concernant la lutte contre la pollution des eaux a été réalisée par M.P.H. Jones, D<sup>r</sup> ès sc., de l'Université de Toronto, et M.D.R. Stanley, D<sup>r</sup> ès sc., président de Stanley Associates Engineering Limited, d'Edmonton en Alberta.

Les répercussions sociales, économiques et institutionnelles des recherches hydro-économiques posaient des problèmes particuliers. Bien que cette étude constitue probablement un important domaine de recherches, on ne connaît actuellement que bien peu de chose sur l'envergure et la nature des travaux de recherches entrepris dans ce domaine au Canada. On demanda donc à une équipe d'experts-conseils d'entreprendre les études nécessaires, sous la direction de M. W.R.D. Sewell, D<sup>r</sup> ès sc., de l'Université de Victoria, et avec la collaboration de M. Michel Chevalier, de l'Université de Montréal, de M. R.W. Judy, D<sup>r</sup> ès sc., de l'Université de Toronto, et du professeur L. Ouellet, de l'Université Laval.

Chaque groupe d'experts-conseils entreprit d'atteindre les objectifs suivants:

1. Identification des besoins en recherches dans leur domaine particulier en fonction des problèmes hydro-économiques actuels et prochains et des affaires canadiennes.

2. Détermination des travaux de recherches entrepris dans ce domaine jusqu'à présent.
3. Dépistage des restrictions qui empêchent l'accroissement des travaux de recherches dans le domaine concerné et méthodes permettant de surmonter ces obstacles.
4. Identification poussée aussi loin que possible des avantages économiques pouvant découler des recherches dans les divers secteurs.
5. Établissement de la hiérarchie des priorités de recherches sur place à la lumière des problèmes et des restrictions dépistées.

Les conclusions et les recommandations des trois équipes d'études furent présentées avant la fin de l'année 1967 dans des rapports au groupe d'études. Ces rapports servirent de base aux discussions du Comité consultatif des recherches hydro-économiques du Secrétariat des sciences, et lui permirent d'établir ses principes directeurs.

### III<sup>e</sup> chapitre

## ACTIVITÉ ACTUELLE EN RECHERCHE DANS LE DOMAINE DES RESSOURCES EN EAU

### III.1 Résultats du sondage par questionnaire

Trois questions doivent être éclaircies si l'on veut déterminer l'importance des données présentées dans le présent paragraphe. La première question concerne la répartition des questionnaires: est-ce que les résultats donnent un tableau suffisamment complet des travaux en cours de réalisation au Canada? Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre précédent, un peu moins de 1,000 services, organismes et établissements ont été touchés, ce qui représente un total beaucoup plus grand que le nombre des organismes poursuivant effectivement des recherches dans le domaine de l'eau. En d'autres mots, la liste d'envoi était redondante, car de nombreux questionnaires furent envoyés à des organismes peu susceptibles de poursuivre des recherches en ce domaine. En outre, on visita des personnes au courant des travaux dans toutes les provinces, afin de déterminer si certaines avaient été oubliées, et le cas échéant de les inclure. Nous croyons que les chiffres mentionnés dans le présent paragraphe tiennent compte de tous les travaux qui ont été réalisés au cours de l'année budgétaire 1966-1967.<sup>1</sup>

La seconde question qui se pose est la suivante: quels sont les genres de travaux pouvant être englobés parmi les travaux de recherches dans le domaine de l'eau, et quels sont ceux à exclure en tant que travaux de rassemblement des données scientifiques, ou études techniques, ou travaux de recherches sans relation directe avec les ressources hydriques? On examina soigneusement tous les questionnaires renvoyés, dans le but de distinguer tout d'abord entre la recherche et les autres travaux (rassemblement des données scientifiques, sondages, etc.) et ensuite entre les recherches hydro-économiques et les autres types de recherches. La première décision a été prise en s'appuyant sur les définitions présentées dans le Manuel Frascati<sup>2</sup>. Il s'ensuit que la recherche est un travail entrepris surtout pour l'avancement des connaissances scientifiques, qu'on ait ou non une application particulière en vue. Seuls, les travaux qui contenaient un élément d'innovation ont été

<sup>1</sup> L'année 1966-1967 ne couvre pas la même période pour tous les organismes. Dans le but de ne pas trop compliquer les questionnaires, on demanda aux divers organismes de fournir des données concernant la période correspondant le plus possible avec l'année budgétaire 1966-1967. Dans certains cas cette période part du 1<sup>er</sup> juillet 1966 au 30 juin 1967, dans d'autres cas du 1<sup>er</sup> janvier 1966 au 31 décembre 1966, etc. Cependant dans tous les cas la longueur de la période considérée était d'une année.

<sup>2</sup> OECD, *Méthode type proposée pour les enquêtes sur la recherche et le développement*, op. cit.

Tableau n° 2.—Nombre de programmes de recherches dans le domaine de l'eau réalisés dans chaque province et à Ottawa

| N° de Code | Spécialités<br>(sous-catégories)                         | C.-B. | Alb. | Sask. | Man. | Ont. | Ott. | Qué. | N.-B. | N.-É. | Î. P.-É. | T.-N. | Total |
|------------|--|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|----------|-------|-------|
| 101        | Propriétés de l'eau.....                                 | —     | —    | —     | —    | —    | —    | —    | —     | —     | —        | —     | —     |
| 102        | Solutions et suspensions aqueuses.....                   | —     | 1    | —     | —    | —    | 1    | 3    | 1     | —     | —        | —     | 6     |
| 201        | Cycle général de l'eau.....                              | 6     | 12   | 12    | —    | 20   | 1    | 7    | 2     | 1     | —        | —     | 61    |
| 202        | Précipitations.....                                      | 1     | —    | 2     | —    | 4    | —    | 5    | —     | —     | —        | —     | 12    |
| 203        | Neige et glace.....                                      | —     | 3    | —     | 1    | 2    | 17   | 12   | —     | —     | —        | —     | 35    |
| 204        | Évaporation et évapotranspiration.....                   | —     | 5    | 4     | —    | 7    | 1    | 1    | —     | —     | —        | —     | 18    |
| 205        | Écoulement dans le réseau hydrographique.....            | 2     | 1    | 2     | —    | 2    | 1    | 2    | —     | 2     | —        | —     | 12    |
| 206        | Eaux souterraines.....                                   | 2     | 21   | 7     | —    | 4    | 15   | 2    | —     | 1     | —        | —     | 52    |
| 207        | Eau d'imprégnation des sols superficiels.....            | 2     | 5    | 3     | —    | 2    | 2    | —    | —     | —     | —        | —     | 14    |
| 208        | Limnologie.....  | —     | —    | 2     | 1    | 9    | 4    | —    | —     | —     | —        | —     | 16    |
| 209        | L'eau et les végétaux.....                               | —     | 1    | 7     | —    | 2    | —    | —    | —     | 1     | —        | —     | 11    |
| 210        | Érosion et sédimentation.....                            | 1     | 6    | 1     | —    | 2    | —    | 3    | 1     | —     | —        | —     | 14    |
| 211        | Phénomènes chimiques.....                                | —     | 1    | —     | —    | 5    | —    | 1    | —     | —     | —        | —     | 7     |
| 212        | Questions estuariennes.....                              | —     | —    | —     | —    | —    | 3    | 3    | —     | —     | 1        | —     | 7     |
| 301        | Dessalement des eaux.....                                | —     | —    | 1     | —    | 2    | —    | —    | —     | —     | —        | —     | 3     |
| 302        | Amélioration des apports d'eau des bassins versants..... | —     | 1    | 1     | —    | —    | —    | 2    | —     | —     | —        | —     | 4     |
| 303        | Utilisation des eaux dégradées.....                      | —     | —    | —     | —    | —    | —    | 1    | —     | —     | —        | —     | 1     |
| 304        | Épargne des eaux d'usage domestique.....                 | —     | —    | —     | —    | 1    | —    | —    | —     | —     | —        | —     | 1     |
| 305        | Épargne des eaux d'usage industriel.....                 | —     | —    | —     | —    | 1    | —    | —    | —     | —     | —        | —     | 1     |
| 306        | Épargne des eaux d'usage agricole.....                   | 2     | 2    | 4     | —    | —    | —    | —    | —     | —     | —        | —     | 8     |
| 307        | Modifications climatiques locales.....                   | —     | —    | —     | —    | 2    | —    | —    | —     | —     | —        | —     | 2     |
| 401        | Contrôle et gestion des eaux de surface.....             | —     | 9    | —     | —    | 3    | —    | 3    | —     | —     | —        | —     | 15    |
| 402        | Gestion des eaux souterraines.....                       | —     | 1    | —     | —    | —    | —    | —    | —     | —     | —        | —     | 1     |
| 403        | Répercussions de l'activité humaine sur les eaux         | 2     | 1    | —     | —    | 1    | —    | —    | 1     | —     | —        | —     | 5     |
| 501        | Identification des polluants.....                        | 1     | —    | —     | —    | 7    | 4    | —    | 1     | —     | —        | —     | 13    |
| 502        | Origine et évolution de la pollution.....                | 1     | —    | 1     | —    | 9    | 3    | —    | 2     | —     | —        | —     | 16    |

|     |   |    |    |    |    |     |    |    |    |   |   |   |     |
|-----|---|----|----|----|----|-----|----|----|----|---|---|---|-----|
| 503 | Conséquences de la pollution.....                           | 2  | 2  | 1  | 1  | 9   | —  | 1  | 1  | — | — | 1 | 18  |
| 504 | Méthodes de traitement des eaux usées.....                  | 1  | 4  | 2  | 1  | 29  | 4  | 6  | 4  | — | — | — | 51  |
| 505 | Évacuation des résidus de traitement.....                   | —  | —  | —  | —  | 6   | —  | —  | —  | — | — | — | 6   |
| 506 | Purification de l'eau.....                                  | —  | 1  | —  | —  | 3   | 2  | 1  | —  | — | — | — | 7   |
| 507 | Amélioration de la qualité des eaux.....                    | 1  | —  | —  | —  | 7   | —  | 2  | 1  | 1 | — | — | 12  |
| 601 | Planification.....  | —  | 1  | —  | 1  | 1   | 2  | —  | —  | — | — | — | 5   |
| 602 | Procédés d'évaluation.....                                  | 1  | 2  | 1  | 6  | —   | —  | —  | —  | — | — | — | 10  |
| 603 | Répartition des dépenses, partage, fixation du<br>prix..... | —  | 1  | —  | —  | —   | —  | —  | —  | — | — | — | 1   |
| 604 | Besoins en eau.....   | 2  | 1  | —  | —  | 1   | —  | —  | 1  | — | — | — | 5   |
| 605 | Code des eaux.....  | —  | —  | —  | 2  | —   | —  | —  | —  | — | — | — | 2   |
| 606 | Incidences institutionnelles.....                           | 1  | 1  | —  | 1  | 2   | —  | —  | —  | — | — | — | 5   |
| 607 | Incidences sociologiques et psychologiques.....             | 2  | —  | —  | 1  | 1   | —  | —  | —  | — | — | — | 4   |
| 608 | Conséquences écologiques des aménagements.....              | —  | —  | —  | —  | —   | —  | —  | —  | — | — | — | —   |
| 701 | Dessin des réseaux de stations de mesure.....               | 1  | —  | —  | —  | 1   | 2  | —  | —  | — | — | — | 4   |
| 702 | Relèvement des données.....                                 | —  | —  | 2  | —  | 2   | 7  | 1  | —  | — | — | — | 12  |
| 703 | Évaluation, traitement et publication.....                  | —  | 1  | 1  | —  | 3   | 2  | —  | —  | — | — | — | 7   |
| 801 | Conception et devis des ouvrages hydrauliques..             | 5  | —  | 5  | —  | 4   | 1  | 14 | —  | 1 | — | 2 | 32  |
| 802 | Matériaux.....  | —  | 1  | 4  | —  | 1   | 2  | —  | 1  | 1 | — | — | 10  |
| 803 | Exploitation.....   | —  | —  | —  | —  | —   | —  | 1  | —  | — | — | — | 1   |
|     | Totaux.....   | 36 | 85 | 63 | 15 | 155 | 74 | 71 | 16 | 8 | 1 | 3 | 527 |

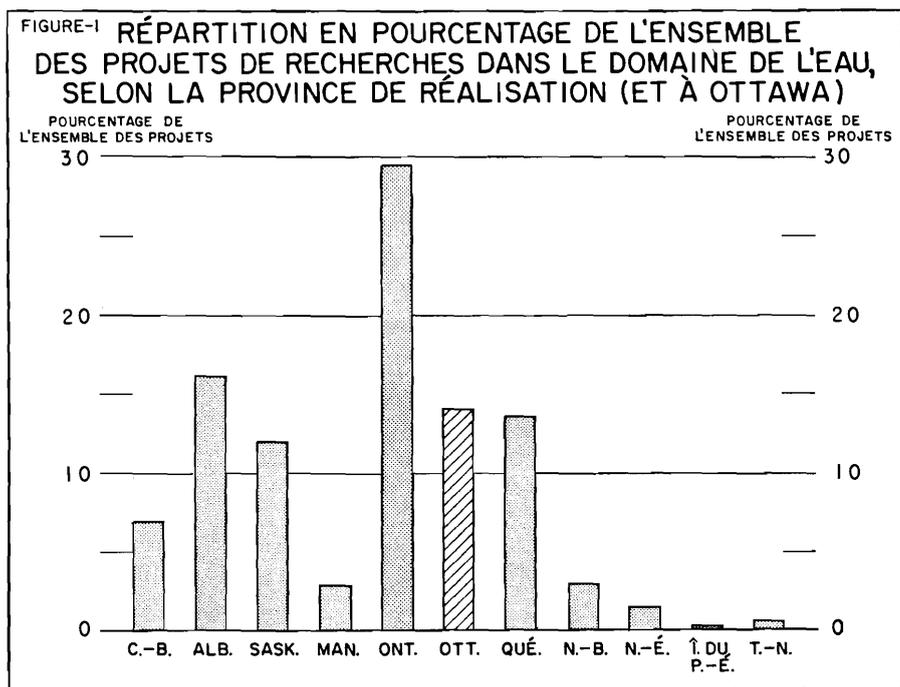
pris en considération pour l'étude. Le rassemblement des données courantes, l'accomplissement des relevés, etc., ont été exclus des calculs. On prit la seconde décision, celle de considérer un programme de recherches comme s'appliquant à l'*hydro-économie*, en s'assurant simplement s'il répondait à la description d'une des spécialités de recherches. Les programmes dont le but principal était hors du domaine des ressources hydriques ont été également écartés lors de la compilation des données.

La troisième question qui se posait était la suivante: quelle est la fiabilité des chiffres indiqués pour les dépenses des chercheurs? Il est beaucoup plus difficile de répondre à cette question qu'aux deux autres. On a demandé aux scientifiques remplissant le questionnaire de fournir des données concernant les frais d'exploitation, tels que les salaires, les dépenses de déplacement, le coût de l'appareillage renouvelable, et les immobilisations de capital concernant par exemple les instruments et les installations d'observation. On a la preuve que tous ces articles n'ont pas toujours été inclus dans les calculs qui ont ainsi donné des chiffres trop bas. En bien des cas par exemple, les universités répondeuses n'ont inclus que le montant des subventions reçues du Conseil national de recherches et d'autres organismes subventionnaires, sans tenir compte des traitements qu'elles-mêmes payaient. À l'aide du questionnaire administratif, on a essayé d'estimer les frais généraux de la recherche. La grande majorité des organismes ayant répondu ne possédaient pas d'estimation raisonnable des frais généraux, et par conséquent ne les avaient pas mentionnés. Il s'ensuit que les chiffres indiqués dans le présent rapport correspondent surtout au montant de l'aide à la recherche. Cette remarque est valable tant pour les chiffres concernant les travaux passés, mentionnés dans le présent chapitre, que pour les prévisions de dépenses mentionnées aux V<sup>e</sup> et VI<sup>e</sup> chapitres. Les dépenses concernant les locaux, l'énergie électrique, l'administration, etc. viennent en sus des montants indiqués, et ces frais peuvent être considérables. Les frais généraux, selon l'opinion de certains observateurs, peuvent atteindre 100 pour cent des frais d'exploitation.

Le tableau n° 2 indique la répartition des différents programmes de recherches selon les spécialités et en fonction de la province de réalisation. On a utilisé une colonne séparée pour Ottawa, pour ne pas fausser les chiffres concernant l'Ontario. Cette colonne ne contient pas, loin de là, tous les programmes de recherches fédéraux. Seuls y ont été inclus les programmes réalisés dans les laboratoires d'Ottawa, ceux qui étaient d'importance nationale et ceux dont on ne pouvait préciser le lieu de réalisation. Sauf au sujet d'Ottawa, les programmes de recherches des organismes fédéraux ont été inclus dans le total de la province où ils étaient réalisés. Aucun programme de recherches hydro-économiques n'a été mentionné pour le Yukon et les Territoires du Nord-Ouest, bien que quelques travaux d'organismes fédéraux les concernent de près. On ne sait si en fait aucun travail de recherches n'est exécuté dans les Territoires; s'il s'en trouve, il est certainement de trop faible importance pour qu'on s'en satisfasse.

Le plus grand nombre de programmes est réalisé dans les catégories 200 et 500, soit respectivement le cycle hydrologique et la gestion et l'amélioration de la qualité des eaux. Il est bon de remarquer que l'Alberta et la Saskatchewan consacrent la plus grande partie de leurs travaux à l'hydrologie (dans la spécialité du cycle hydrologique) alors qu'en Ontario la majeure partie des programmes de recherches se classent dans la catégorie de la qualité des eaux. Cette situation montre clairement que les recherches hydro-économiques sont des recherches d'application, et signifie que les recherches sont en majorité entreprises pour résoudre un problème.

La figure n° 1 montre la répartition en pourcentage de l'ensemble des programmes de recherches selon les différentes provinces. L'Ontario bénéficie du plus fort pourcentage (29.4 pour cent) du total, suivi de l'Alberta avec 16.1 pour cent. Le pourcentage de l'Alberta est relativement fort en comparaison de sa population; il découle de la concentration des efforts de quelques organismes (Conseil des recherches de l'Alberta, Université de l'Alberta, Ministère des Forêts et de l'Aménagement rural, et Ministère de l'Agriculture) dans le domaine des ressources hydriques.



Le tableau n° 3 montre la classification des programmes de recherches selon le genre d'organisme ou d'établissement menant les recherches. Les chiffres mentionnés dans la colonne relative aux provinces comprennent les travaux entrepris par des conseils des recherches de chaque province (Conseil

Tableau n° 3.—Nombre de programmes de recherches selon le secteur ou l'organisme de réalisation

| N° de code | Spécialités<br>(sous-catégories)                         | Féd. | Prov. | Munic. | Indust. | Univers. | Non-Prof. | Total |
|------------|--|------|-------|--------|---------|----------|-----------|-------|
| 101        | Propriétés de l'eau.....                                 | —    | —     | —      | —       | —        | —         | —     |
| 102        | Solutions et suspensions aqueuses.....                   | 2    | —     | —      | —       | 1        | 3         | 6     |
| 201        | Cycle général de l'eau.....                              | 9    | 29    | —      | 3       | 20       | —         | 61    |
| 202        | Précipitations.....                                      | 4    | 5     | —      | —       | 3        | —         | 12    |
| 203        | Neige et glace.....                                      | 21   | 5     | —      | 3       | 6        | —         | 35    |
| 204        | Évaporation et évapotranspiration.....                   | 14   | —     | —      | —       | 4        | —         | 18    |
| 205        | Écoulement dans le réseau hydrographique.....            | 4    | 3     | —      | —       | 5        | —         | 12    |
| 206        | Eaux souterraines.....                                   | 18   | 26    | —      | 1       | 7        | —         | 52    |
| 207        | Eau d'imprégnation des sols superficiels.....            | 4    | 2     | —      | —       | 8        | —         | 14    |
| 208        | Limnologie.....  | 8    | 2     | 1      | —       | 5        | —         | 16    |
| 209        | L'eau et les végétaux.....                               | 7    | 1     | —      | —       | 3        | —         | 11    |
| 210        | Érosion et sédimentation.....                            | 2    | 3     | —      | 2       | 7        | —         | 14    |
| 211        | Phénomènes chimiques.....                                | 1    | 1     | —      | 1       | 4        | —         | 7     |
| 212        | Questions estuariennes.....                              | 4    | —     | —      | 1       | 2        | —         | 7     |
| 301        | Dessalement des eaux.....                                | —    | 1     | —      | —       | 2        | —         | 3     |
| 302        | Amélioration des apports d'eau des bassins versants..... | 2    | —     | —      | 2       | —        | —         | 4     |
| 303        | Utilisation des eaux dégradées.....                      | —    | —     | —      | 1       | —        | —         | 1     |
| 304        | Épargne des eaux d'usage domestique.....                 | —    | 1     | —      | —       | —        | —         | 1     |
| 305        | Épargne des eaux d'usage industriel.....                 | —    | —     | —      | 1       | —        | —         | 1     |
| 306        | Épargne des eaux d'usage agricole.....                   | 4    | 2     | —      | —       | 2        | —         | 8     |
| 307        | Modifications climatiques locales.....                   | 2    | —     | —      | —       | —        | —         | 2     |
| 401        | Contrôle et gestion des eaux de surface.....             | 9    | 1     | —      | 1       | 4        | —         | 15    |
| 402        | Gestion des eaux souterraines.....                       | 1    | —     | —      | —       | —        | —         | 1     |
| 403        | Répercussions de l'activité humaine sur les eaux.....    | 2    | 1     | —      | —       | 2        | —         | 5     |
| 501        | Identification des polluants.....                        | 5    | 4     | —      | 1       | 3        | —         | 13    |
| 502        | Origine et évolution de la pollution.....                | 5    | 2     | —      | 3       | 6        | —         | 16    |

|     |  |     |     |   |    |     |   |     |
|-----|--|-----|-----|---|----|-----|---|-----|
| 503 | Conséquences de la pollution.....                        | 3   | 6   | — | 1  | 8   | — | 18  |
| 504 | Méthodes de traitement des eaux usées.....               | 4   | 8   | 1 | 16 | 20  | 2 | 51  |
| 505 | Évacuation des résidus de traitement.....                | —   | 1   | — | —  | 5   | — | 6   |
| 506 | Purification de l'eau.....                               | 2   | 2   | — | —  | 3   | — | 7   |
| 507 | Amélioration de la qualité des eaux.....                 | 8   | 1   | — | 2  | 1   | — | 12  |
| 601 | Planification.....                                       | 2   | 1   | — | —  | 2   | — | 5   |
| 602 | Procédés d'évaluation.....                               | 1   | 1   | — | —  | 8   | — | 10  |
| 603 | Répartition des dépenses, partage, fixation du prix..... | —   | 1   | — | —  | —   | — | 1   |
| 604 | Besoins en eau.....                                      | —   | 2   | — | —  | 3   | — | 5   |
| 605 | Code des eaux.....                                       | —   | —   | — | —  | 2   | — | 2   |
| 606 | Incidences institutionnelles.....                        | —   | 1   | — | 2  | 2   | — | 5   |
| 607 | Incidences sociologiques et psychologiques.....          | —   | —   | — | —  | 4   | — | 4   |
| 608 | Conséquences écologiques des aménagements.....           | —   | —   | — | —  | —   | — | —   |
| 701 | Dessin des réseaux de stations de mesure.....            | 2   | 1   | — | 1  | —   | — | 4   |
| 702 | Relèvement des données.....                              | 8   | —   | — | 1  | 3   | — | 12  |
| 703 | Évaluation, traitement et publication.....               | 2   | 2   | — | —  | 3   | — | 7   |
| 801 | Conception et devis des ouvrages hydrauliques..          | 10  | —   | — | 8  | 14  | — | 32  |
| 802 | Matériaux.....   | 7   | —   | — | —  | 3   | — | 10  |
| 803 | Exploitation.....  | —   | —   | — | —  | 1   | — | 1   |
|     | Totaux.....  | 177 | 116 | 2 | 51 | 176 | 5 | 527 |

**Tableau n° 4.—Financement des recherches selon sa source**  
\$'000

| N° de code | Spécialités<br>(sous-catégories)                      | Féd.  | Prov. | Univers. | Indust. | Étrang. | Autres | Total |
|------------|---|-------|-------|----------|---------|---------|--------|-------|
| 101        | Propriétés de l'eau.....                              | —     | —     | —        | —       | —       | —      | —     |
| 102        | Solutions et suspensions aqueuses.....                | 24.0  | —     | 1.5      | 17.0    | —       | —      | 42.5  |
| 201        | Cycle général de l'eau.....                           | 434.4 | 417.7 | 25.8     | 12.6    | —       | —      | 890.4 |
| 202        | Précipitations.....                                   | 98.5  | 39.2  | 22.4     | —       | 7.5     | —      | 167.6 |
| 203        | Neige et glace.....                                   | 464.0 | 67.2  | 20.0     | 11.0    | 7.5     | —      | 569.7 |
| 204        | Évaporation et évapotranspiration.....                | 261.1 | 3.5   | 5.9      | 1.9     | —       | —      | 272.5 |
| 205        | Écoulement dans le réseau hydrographique.....         | 74.9  | 27.5  | 5.3      | —       | —       | 16.0   | 123.7 |
| 206        | Eaux souterraines.....                                | 508.6 | 222.1 | 4.8      | —       | —       | 1.0    | 736.5 |
| 207        | Eau d'imprégnation des sols superficiels.....         | 120.6 | 14.6  | 11.5     | —       | 8.8     | 0.8    | 156.3 |
| 208        | Limnologie.....                                       | 327.3 | 73.6  | 5.7      | —       | —       | 5.0    | 411.7 |
| 209        | L'eau et les végétaux.....                            | 69.1  | 9.0   | 7.3      | —       | —       | —      | 85.4  |
| 210        | Érosion et sédimentation.....                         | 93.8  | 66.2  | 89.3     | —       | —       | —      | 249.3 |
| 211        | Phénomènes chimiques.....                             | 25.2  | 2.1   | 1.5      | —       | —       | —      | 28.8  |
| 212        | Questions estuariennes.....                           | 218.0 | —     | —        | —       | —       | —      | 218.0 |
| 301        | Dessalement des eaux.....                             | 42.0  | 30.0  | —        | —       | —       | —      | 72.0  |
| 302        | Amélioration des apports d'eau des bassins versants.. | 90.9  | —     | —        | —       | —       | —      | 90.9  |
| 303        | Utilisation des eaux dégradées.....                   | 5.3   | —     | —        | —       | —       | —      | 5.3   |
| 304        | Épargne des eaux d'usage domestique.....              | 3.0   | —     | —        | —       | —       | —      | 3.0   |
| 305        | Épargne des eaux d'usage industriel.....              | —     | —     | —        | 4.5     | —       | —      | 4.5   |
| 306        | Épargne des eaux d'usage agricole.....                | 65.8  | 11.6  | 2.1      | —       | —       | —      | 79.5  |
| 307        | Modifications climatiques locales.....                | 173.0 | —     | —        | —       | —       | —      | 173.0 |
| 401        | Contrôle et gestion des eaux de surface.....          | 120.9 | 4.9   | 0.8      | 2.0     | —       | —      | 128.6 |
| 402        | Gestion des eaux souterraines.....                    | 1.4   | —     | —        | —       | —       | —      | 1.4   |
| 403        | Répercussions de l'activité humaine sur les eaux..... | 105.0 | 65.4  | —        | —       | —       | —      | 170.5 |

|     |  |                |                |              |              |              |              |                |
|-----|--|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| 501 | Identification des polluants.....                      | 38.9           | 64.9           | 3.5          | 6.7          | —            | —            | 114.1          |
| 502 | Origine et évolution de la pollution.....              | 108.6          | 29.8           | 14.6         | 14.0         | 15.1         | 85.0         | 267.1          |
| 503 | Conséquences de la pollution.....                      | 323.2          | 75.0           | —            | 50.0         | 26.6         | —            | 474.8          |
| 504 | Méthodes de traitement des eaux usées.....             | 205.7          | 79.3           | 17.6         | 614.9        | 7.0          | 8.0          | 932.5          |
| 505 | Évacuation des résidus de traitement.....              | 15.4           | 17.9           | 5.5          | 2.0          | —            | —            | 40.8           |
| 506 | Purification de l'eau.....                             | 17.5           | 8.0            | 5.0          | —            | —            | —            | 30.5           |
| 507 | Amélioration de la qualité des eaux.....               | 630.1          | 15.3           | —            | 13.0         | —            | —            | 658.4          |
| 601 | Planification.....                                     | 42.4           | 7.0            | 1.4          | —            | —            | —            | 50.8           |
| 602 | Procédés d'évaluation.....                             | 44.3           | 7.2            | 7.6          | —            | —            | —            | 59.1           |
| 603 | Répartition des dépenses, partage, fixation du prix... | 0.8            | 1.2            | —            | —            | —            | —            | 2.0            |
| 604 | Besoins en eau.....                                    | 35.5           | 18.5           | 0.7          | —            | —            | 0.3          | 55.0           |
| 605 | Code des eaux.....                                     | —              | —              | 2.8          | —            | —            | —            | 2.8            |
| 606 | Incidences institutionnelles.....                      | 6.1            | 2.0            | 3.0          | —            | —            | 70.0         | 81.1           |
| 607 | Incidences sociologiques et psychologiques.....        | 10.3           | —              | 1.3          | —            | 17.0         | —            | 28.6           |
| 608 | Conséquences écologiques des aménagements.....         | —              | —              | —            | —            | —            | —            | —              |
| 701 | Dessin des réseaux de stations de mesure.....          | 10.0           | 22.6           | —            | 10.4         | —            | —            | 43.0           |
| 702 | Relèvement des données.....                            | 207.0          | —              | 1.0          | —            | —            | —            | 208.0          |
| 703 | Évaluation, traitement et publication.....             | 87.0           | 41.0           | —            | —            | 43.0         | 5.0          | 176.0          |
| 801 | Conception et devis des ouvrages hydrauliques.....     | 314.4          | 7.0            | 5.0          | 77.1         | —            | —            | 403.5          |
| 802 | Matériaux.....   | 54.2           | —              | 2.3          | 15.0         | —            | —            | 71.5           |
| 803 | Exploitation.....                                      | 9.0            | —              | —            | —            | —            | —            | 9.0            |
|     | <b>Totaux.....</b>                                     | <b>5,487.3</b> | <b>1,451.3</b> | <b>275.4</b> | <b>852.1</b> | <b>132.5</b> | <b>191.1</b> | <b>8,389.7</b> |

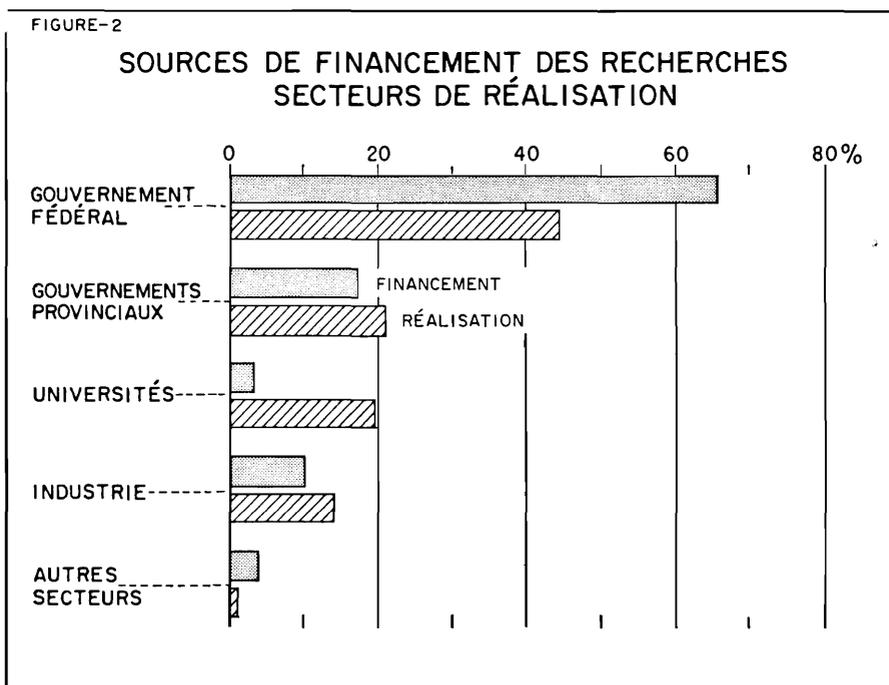
Tableau n° 5.—Frais de réalisation des programmes de recherches, selon le secteur ou l'organisme de réalisation  
\$'000

| N° de code | Spécialités<br>(Sous-catégories)                         | Féd.  | Prov. | Munic. | Indust. | Univers. | Non-Prof. | Total |
|------------|--|-------|-------|--------|---------|----------|-----------|-------|
| 101        | Propriétés de l'eau.....                                 | —     | —     | —      | —       | —        | —         | —     |
| 102        | Solutions et suspensions aqueuses.....                   | 22.5  | —     | —      | —       | 3.0      | 17.0      | 42.5  |
| 201        | Cycle général de l'eau.....                              | 150.6 | 584.0 | —      | 22.0    | 133.8    | —         | 890.4 |
| 202        | Précipitations.....                                      | 46.1  | 53.6  | —      | —       | 67.9     | —         | 167.6 |
| 203        | Neige et glace.....                                      | 383.0 | 67.2  | —      | 27.0    | 92.5     | —         | 569.7 |
| 204        | Évaporation et évapotranspiration.....                   | 236.7 | —     | —      | —       | 35.8     | —         | 272.5 |
| 205        | Écoulement dans le réseau hydrographique.....            | 70.7  | 25.0  | —      | —       | 28.0     | —         | 123.7 |
| 206        | Eaux souterraines.....                                   | 364.0 | 276.0 | —      | 9.5     | 87.0     | —         | 736.5 |
| 207        | Eau d'imprégnation des sols superficiels.....            | 89.0  | 15.0  | —      | —       | 52.3     | —         | 156.3 |
| 208        | Limnologie.....  | 240.7 | 37.0  | 5.0    | —       | 129.0    | —         | 411.7 |
| 209        | L'eau et les végétaux.....                               | 56.4  | 9.0   | —      | —       | 20.0     | —         | 85.4  |
| 210        | Érosion et sédimentation.....                            | 9.1   | 76.2  | —      | 20.0    | 144.0    | —         | 249.3 |
| 211        | Phénomènes chimiques.....                                | 12.0  | 0.5   | —      | 7.0     | 9.3      | —         | 28.8  |
| 212        | Questions estuariennes.....                              | 192.0 | —     | —      | 16.0    | 10.0     | —         | 218.0 |
| 301        | Dessalement des eaux.....                                | —     | 60.0  | —      | —       | 12.0     | —         | 72.0  |
| 302        | Amélioration des apports d'eau des bassins versants..... | 10.9  | —     | —      | 80.0    | —        | —         | 90.9  |
| 303        | Utilisation des eaux dégradées.....                      | —     | —     | —      | 5.3     | —        | —         | 5.3   |
| 304        | Épargne des eaux d'usage domestique.....                 | —     | 3.0   | —      | —       | —        | —         | 3.0   |
| 305        | Épargne des eaux d'usage industriel.....                 | —     | —     | —      | 4.5     | —        | —         | 4.5   |
| 306        | Épargne des eaux d'usage agricole.....                   | 57.6  | 16.0  | —      | —       | 5.9      | —         | 79.5  |
| 307        | Modifications climatiques locales.....                   | 173.0 | —     | —      | —       | —        | —         | 173.0 |
| 401        | Contrôle et gestion des eaux de surface.....             | 102.1 | 3.0   | —      | 13.3    | 10.2     | —         | 128.6 |
| 402        | Gestion des eaux souterraines.....                       | 1.4   | —     | —      | —       | —        | —         | 1.4   |
| 403        | Répercussions de l'activité humaine sur les eaux.....    | 32.0  | 130.0 | —      | —       | 8.5      | —         | 170.5 |
| 501        | Identification des polluants.....                        | 28.9  | 55.0  | —      | 6.7     | 23.5     | —         | 114.1 |

|     |  |         |         |     |         |         |      |         |
|-----|--|---------|---------|-----|---------|---------|------|---------|
| 502 | Origine et évolution de la pollution.....                | 81.8    | 11.0    | —   | 110.0   | 64.3    | —    | 267.1   |
| 503 | Conséquences de la pollution.....                        | 228.7   | 105.0   | —   | 10.0    | 131.1   | —    | 474.8   |
| 504 | Méthodes de traitement des eaux usées.....               | 31.0    | 108.3   | 0.5 | 576.1   | 144.6   | 72.0 | 932.5   |
| 505 | Évacuation des résidus de traitement.....                | —       | 15.0    | —   | —       | 25.8    | —    | 40.8    |
| 506 | Purification de l'eau.....                               | 10.0    | 7.0     | —   | —       | 13.5    | —    | 30.5    |
| 507 | Amélioration de la qualité des eaux.....                 | 626.1   | 4.3     | —   | 24.0    | 4.0     | —    | 658.4   |
| 601 | Planification.....                                       | 16.0    | 14.0    | —   | —       | 20.8    | —    | 50.8    |
| 602 | Procédés d'évaluation.....                               | 33.0    | 5.0     | —   | —       | 21.1    | —    | 59.1    |
| 603 | Répartition des dépenses, partage, fixation du prix..... | —       | 2.0     | —   | —       | —       | —    | 2.0     |
| 604 | Besoins en eau.....                                      | —       | 25.0    | —   | —       | 30.0    | —    | 55.0    |
| 605 | Code des eaux.....                                       | —       | —       | —   | —       | 2.8     | —    | 2.8     |
| 606 | Incidences institutionnelles.....                        | —       | 2.0     | —   | 70.0    | 9.1     | —    | 81.1    |
| 607 | Incidences sociologiques et psychologiques.....          | —       | —       | —   | —       | 28.6    | —    | 28.6    |
| 608 | Conséquences écologiques des aménagements.....           | —       | —       | —   | —       | —       | —    | —       |
| 701 | Dessin des réseaux de stations de mesure.....            | 10.0    | 13.0    | —   | 20.0    | —       | —    | 43.0    |
| 702 | Relèvement des données.....                              | 173.3   | —       | —   | 11.2    | 23.5    | —    | 208.0   |
| 703 | Évaluation, traitement et publication.....               | 35.0    | 43.0    | —   | —       | 98.0    | —    | 176.0   |
| 801 | Conception et devis des ouvrages hydrauliques.....       | 150.3   | —       | —   | 145.4   | 107.8   | —    | 403.5   |
| 802 | Matériaux.....   | 50.0    | —       | —   | —       | 21.5    | —    | 71.5    |
| 803 | Exploitation.....  | —       | —       | —   | —       | 9.0     | —    | 9.0     |
|     | Totaux.....  | 3,723.9 | 1,765.1 | 5.5 | 1,178.0 | 1,628.2 | 89.0 | 8,389.7 |

des recherches de la Colombie-Britannique, Conseil des recherches de l'Alberta, Conseil des recherches de la Saskatchewan, Fondation des recherches de l'Ontario). Environ 40 pour cent des travaux menés dans chaque province sont en fait réalisés par ces organismes. Les travaux des experts-conseils et des firmes d'ingénieurs-conseils ont été classés sous la rubrique «industrie». Le plus grand nombre de programmes de recherches est mené à bien par les organismes fédéraux et dans les laboratoires universitaires. La grande variété d'experts dont les universités disposent se reflète dans le grand nombre de spécialités représentées dans la colonne concernant les universités.

Le tableau n° 4 fournit les données concernant les sources de financement. Les montants qui y sont indiqués ne sont pas divisés en fonds dépensés à l'intérieur ou à l'extérieur de l'organisme, mais sont simplement séparés suivant les différentes spécialités et selon les divers secteurs. Par contre le tableau n° 5 montre dans quel secteur les recherches ont été réellement effectuées et indique leur répartition selon les différentes spécialités. La figure n° 2 résume les données des tableaux n° 4 et 5.



Les dépenses totales encourues pour la réalisation des programmes de recherches hydro-économiques ont atteint 8.4 millions de dollars pendant l'année budgétaire 1966-1967. La plus grande partie de ces fonds, soit 82.7 pour cent, avait été fournie par les gouvernements fédéral ou provinciaux. Si l'on étudie ces chiffres en fonction du secteur de réalisation, le pourcentage

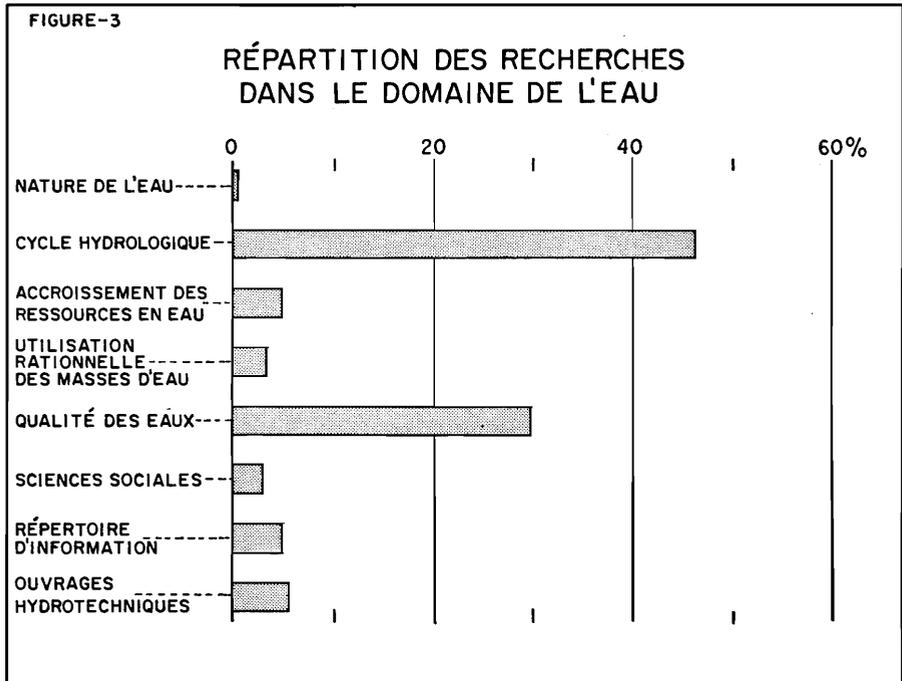
du gouvernement fédéral diminue considérablement, en raison surtout de la forte contribution des organismes fédéraux à la recherche universitaire. Le déplacement des fonds d'un secteur à l'autre est montré en détail au tableau n° 6. En 1966, le gouvernement fédéral a été à la fois le plus fort contributeur et le plus grand réalisateur de programmes de recherches. Les fonds provenant des gouvernements provinciaux étaient généralement destinés à des travaux de recherches à l'intérieur des organismes provinciaux, bien qu'une faible proportion fût destinée aux universités. Cependant, un montant équivalent de fonds d'origine fédérale a été alloué aux organismes provinciaux de recherches, de sorte que les fonds alloués et dépensés par les gouvernements provinciaux étaient sensiblement les mêmes. Les universités ont été bien entendu bénéficiaires du financement, alors que les industries se sont trouvées dans la même situation que les provinces. Elles ont en effet financé des recherches dans d'autres secteurs et elles ont reçu un montant sensiblement équivalent de subventions de recherches. La répartition en pourcentage des frais entraînés par les différentes catégories de recherches a été résumée à la figure n° 3.

**Tableau n° 6.—Source de financement des recherches (verticalement) et destination des fonds (horizontalement)**

| Source             | Féd.    | Prov.   | Munic. | Indust. | Univers. | Non-Prof. | Total   |
|--------------------|---------|---------|--------|---------|----------|-----------|---------|
| Fédérale.....      | 3,692.9 | 463.0   | —      | 333.4   | 989.8    | 9.0       | 5,488.1 |
| Provinciale.....   | 19.0    | 1,232.0 | —      | 65.0    | 132.6    | 3.0       | 1,451.6 |
| Universitaire..... | 2.4     | —       | —      | —       | 273.3    | —         | 275.7   |
| Industrielle.....  | —       | 62.4    | —      | 617.1   | 95.6     | 77.0      | 852.1   |
| Étrangère.....     | 8.8     | 7.0     | —      | —       | 116.7    | —         | 132.5   |
| Autre source.....  | 0.8     | 1.0     | 5.5    | 162.5   | 21.3     | —         | 191.1   |
| Total.....         | 3,723.9 | 1,765.4 | 5.5    | 1,178.0 | 1,629.3  | 89.0      | 8,391.1 |

La plus grande partie des fonds a été allouée aux deux domaines suivants de la recherche: le cycle hydrologique, avec 46.4 pour cent des fonds et gestion et amélioration de la qualité des eaux, avec 30 pour cent. La faiblesse des dépenses dans la catégorie 100, Nature de l'eau, révèle que la recherche hydro-économique au Canada est tournée presque entièrement vers les applications. Le sondage en ce domaine a été difficile, car les travaux pertinents peuvent s'accomplir dans des laboratoires de physique ou de chimie généralement sans relations avec la recherche hydro-économique. Les totaux concernant la catégorie 100 pécheront donc par omission. Les catégories 300, accroissement de l'approvisionnement en eau et 400, gestion et régularisation des masses d'eau reçoivent respectivement 5.1 et 3.6 pour cent du financement total, peut-être en raison de l'abondance relative des eaux

FIGURE-3

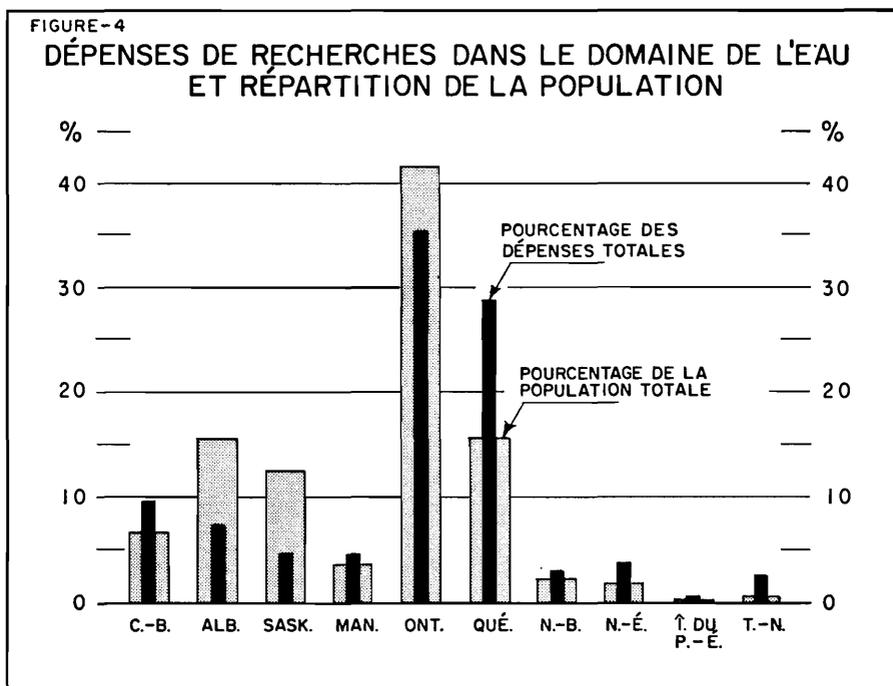


dans la plupart des régions du Canada. Les recherches de la catégorie 600, Planification hydro-économique et incidences économiques, sociales et institutionnelles, n'ont reçu que 3.3 pour cent du financement total, indiquant la nécessité d'intéresser les spécialistes des sciences sociales plus largement en ce domaine. De même, les recherches d'amélioration des méthodes de rassemblement des données concernant les ressources hydriques sont menées sur une très petite échelle en comparaison de leur importance pour l'aménagement des ressources en eau, et du grand coût des réseaux de stations hydrométriques au Canada. Enfin, la catégorie 800, recherches en génie hydraulique, semble recevoir beaucoup moins de fonds qu'elle n'en obtient en réalité, parce que les recherches menées en vue d'améliorer les matériaux de construction actuels et de réaliser de nouveaux matériaux convenant à la construction des ouvrages hydrauliques et hydrotechniques (spécialité 802) servent souvent tout aussi bien à des constructions au sec et c'est pourquoi elles ont pu ne pas être reportées au complet dans le présent sondage.

Bien que les organismes fédéraux et provinciaux et les universités soient actifs dans la plupart des spécialités, la répartition des trois secteurs est très différente. Par exemple, un bon tiers des réalisations provinciales appartiennent à la spécialité 201, qui englobe les études touchant à deux phases ou plus du cycle hydrologique, alors que le soutien fédéral consistait en sommes importantes allouées aux chercheurs dans un certain nombre de spécialités telles que 203, 204, 206, 208, 503 et 507. Comme les universités n'ont pas

une mission déterminée à accomplir, elles n'ont pas fait porter leur effort dans un domaine particulier. L'effort accompli par l'industrie a été accompli dans la catégorie 500, gestion et amélioration de la qualité des eaux, et plus spécialement au sujet des méthodes de traitement des eaux usées.

Le tableau n° 7 montre la répartition des dépenses causées par l'exécution des programmes de recherches selon la province de réalisation. On a calculé le pourcentage du total dans les différentes provinces après avoir exclu les dépenses portées dans la colonne «Ottawa». La figure n° 4 indique ces pourcentages parallèlement à la répartition de la population. L'Alberta, la Saskatchewan et l'Ontario montrent les plus fortes dépenses par habitant pour la recherche dans le domaine de l'eau. Bien que les comparaisons que l'on peut établir entre les répartitions de la population et des dépenses ne soient pas très importantes, elles indiquent encore que la recherche hydro-économique au Canada est généralement orientée vers la solution d'un problème spécifique. L'Alberta et la Saskatchewan, qui possèdent toutes deux des régions arides, mettent l'accent sur l'étude du cycle hydrologique, alors que l'Ontario consacre une forte proportion de ses dépenses à la résolution des problèmes de la pollution.



Le tableau n° 8 montre le travail effectué en hommes-années en recherche hydro-économique; pour 1966 il a atteint 700 hommes-années. Les effectifs de formation universitaire (titulaires d'un doctorat, d'une maîtrise ou

**Tableau n° 7.—Dépenses de recherches selon les provinces**  
\$'000

| N° de code | Spécialités (sous-catégories)                            | C.-B. | Alb.  | Sask. | Man. | Ont.  | Ott.  | Qué.  | N.-B. | N.-É. | Î.P.-É. | T.-N. | Total |
|------------|--|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| 101        | Propriétés de l'eau.....                                 | —     | —     | —     | —    | —     | —     | —     | —     | —     | —       | —     | —     |
| 102        | Solutions et suspensions aqueuses                        | —     | 12.5  | —     | —    | —     | 10.0  | 17.0  | 3.0   | —     | —       | —     | 42.5  |
| 201        | Cycle général de l'eau.....                              | 56.0  | 131.7 | 233.7 | —    | 256.1 | 28.0  | 158.9 | 15.0  | 21.0  | —       | —     | 890.4 |
| 202        | Précipitations.....                                      | .4    | —     | 5.0   | —    | 50.1  | —     | 112.1 | —     | —     | —       | —     | 167.6 |
| 203        | Neige et glace.....                                      | —     | 32.5  | —     | 11.0 | 20.5  | 316.0 | 189.7 | —     | —     | —       | —     | 569.7 |
| 204        | Évaporation et évapotranspiration.....                   | —     | 59.0  | 36.5  | —    | 138.2 | 30.0  | 8.8   | —     | —     | —       | —     | 272.5 |
| 205        | Écoulement dans le réseau hydrographique.....            | 26.0  | 6.0   | 6.5   | —    | 14.0  | 39.0  | 4.5   | —     | 27.7  | —       | —     | 123.7 |
| 206        | Eaux souterraines.....                                   | 24.0  | 174.0 | 131.0 | —    | 34.5  | 336.0 | 12.0  | —     | 25.0  | —       | —     | 736.5 |
| 207        | Eau d'imprégnation des sols superficiels.....            | 15.5  | 57.0  | 11.5  | —    | 10.3  | 62.0  | —     | —     | —     | —       | —     | 156.3 |
| 208        | Limnologie.....  | —     | —     | 37.0  | 5.0  | 206.5 | 163.2 | —     | —     | —     | —       | —     | 411.7 |
| 209        | L'eau et les végétaux.....                               | —     | 1.5   | 70.2  | —    | 11.2  | —     | —     | —     | 2.5   | —       | —     | 85.4  |
| 210        | Érosion et sédimentation.....                            | 8.0   | 199.6 | 1.5   | —    | 11.0  | —     | 26.2  | 3.0   | —     | —       | —     | 249.3 |
| 211        | Phénomènes chimiques.....                                | —     | .5    | —     | —    | 27.3  | —     | 1.0   | —     | —     | —       | —     | 28.8  |
| 212        | Questions estuariennes.....                              | —     | —     | —     | —    | —     | 177.0 | 26.0  | —     | —     | 15.0    | —     | 218.0 |
| 301        | Dessalement des eaux.....                                | —     | —     | 60.0  | —    | 12.0  | —     | —     | —     | —     | —       | —     | 72.0  |
| 302        | Amélioration des apports d'eau des bassins versants..... | —     | 7.9   | 3.0   | —    | —     | —     | 80.0  | —     | —     | —       | —     | 90.9  |
| 303        | Utilisation des eaux dégradées.....                      | —     | —     | —     | —    | —     | —     | 5.3   | —     | —     | —       | —     | 5.3   |
| 304        | Épargne des eaux d'usage domestique.....                 | —     | —     | —     | —    | 3.0   | —     | —     | —     | —     | —       | —     | 3.0   |
| 305        | Épargne des eaux d'usage industriel.....                 | —     | —     | —     | —    | 4.5   | —     | —     | —     | —     | —       | —     | 4.5   |
| 306        | Épargne des eaux d'usage agricole.....                   | 7.1   | 21.0  | 51.4  | —    | —     | —     | —     | —     | —     | —       | —     | 79.5  |
| 307        | Modifications climatiques locales                        | —     | —     | —     | —    | 173.0 | —     | —     | —     | —     | —       | —     | 173.0 |
| 401        | Contrôle et gestion des eaux de surface.....             | —     | 89.1  | —     | —    | 4.2   | —     | 35.3  | —     | —     | —       | —     | 128.6 |

|     |  |       |         |       |       |         |         |         |       |       |      |       |         |
|-----|--|-------|---------|-------|-------|---------|---------|---------|-------|-------|------|-------|---------|
| 402 | Gestion des eaux souterraines.....                       | —     | 1.4     | —     | —     | —       | —       | —       | —     | —     | —    | 1.4   |         |
| 403 | Répercussions de l'activité humaine sur les eaux.....    | 32.0  | 130.0   | —     | —     | 4.5     | —       | —       | 4.0   | —     | —    | 170.5 |         |
| 501 | Identification des polluants.....                        | 2.0   | —       | —     | —     | 83.2    | 24.8    | —       | 4.1   | —     | —    | 114.1 |         |
| 502 | Origine et évolution de la pollution.....                | 7.0   | —       | 10.0  | —     | 167.3   | 74.7    | —       | 8.1   | —     | —    | 267.1 |         |
| 503 | Conséquences de la pollution.....                        | 55.0  | 6.1     | 10.0  | 190.0 | 165.0   | —       | 10.0    | 28.7  | —     | 10.0 | 474.8 |         |
| 504 | Méthodes de traitement des eaux usées.....               | 13.0  | 79.0    | 9.2   | .5    | 632.3   | 31.0    | 105.5   | 62.0  | —     | —    | 932.5 |         |
| 505 | Évacuation des résidus de traitement.....                | —     | —       | —     | —     | 40.8    | —       | —       | —     | —     | —    | 40.8  |         |
| 506 | Purification de l'eau.....                               | —     | 2.0     | —     | —     | 17.0    | 10.0    | 1.5     | —     | —     | —    | 30.5  |         |
| 507 | Amélioration de la qualité des eaux.....                 | 69.0  | —       | —     | —     | 521.3   | —       | 24.0    | 4.1   | 40.0  | —    | 658.4 |         |
| 601 | Planification.....                                       | —     | 14.0    | —     | 2.8   | 18.0    | 16.0    | —       | —     | —     | —    | 50.8  |         |
| 602 | Procédés d'évaluation.....                               | 5.0   | 5.0     | 33.0  | 16.1  | —       | —       | —       | —     | —     | —    | 59.1  |         |
| 603 | Répartition des dépenses, partage, fixation du prix..... | —     | 2.0     | —     | —     | —       | —       | —       | —     | —     | —    | 2.0   |         |
| 604 | Besoins en eau.....                                      | 19.0  | 3.0     | —     | —     | 18.0    | —       | —       | 15.0  | —     | —    | 55.0  |         |
| 605 | Code des eaux.....                                       | —     | —       | —     | 2.8   | —       | —       | —       | —     | —     | —    | 2.8   |         |
| 606 | Incidences institutionnelles.....                        | 1.5   | 2.0     | —     | 7.6   | 70.0    | —       | —       | —     | —     | —    | 81.1  |         |
| 607 | Incidences sociologiques et psychologiques.....          | 17.0  | —       | —     | 6.6   | 5.0     | —       | —       | —     | —     | —    | 28.6  |         |
| 608 | Conséquences écologiques des aménagements.....           | —     | —       | —     | —     | —       | —       | —       | —     | —     | —    | —     |         |
| 701 | Dessin des réseaux de stations de mesure.....            | 13.0  | —       | —     | —     | 20.0    | 10.0    | —       | —     | —     | —    | 43.0  |         |
| 702 | Relèvement des données.....                              | —     | —       | 22.5  | —     | 1.4     | 172.9   | 11.2    | —     | —     | —    | 208.0 |         |
| 703 | Évaluation, traitement et publication.....               | —     | 8.0     | 50.0  | —     | 83.0    | 35.0    | —       | —     | —     | —    | 176.0 |         |
| 801 | Conception et devis des ouvrages hydrauliques.....       | 89.4  | —       | 52.5  | —     | 12.0    | 6.0     | 211.8   | —     | 1.8   | —    | 403.5 |         |
| 802 | Matériaux.....   | —     | 14.0    | 21.0  | —     | .5      | 15.0    | —       | 6.0   | 15.0  | —    | 71.5  |         |
| 803 | Exploitation.....  | —     | —       | —     | —     | —       | —       | 9.0     | —     | —     | —    | 9.0   |         |
| 901 | Rassemblement des données.....                           | —     | —       | —     | —     | —       | —       | —       | —     | —     | —    | —     |         |
|     | Totaux.....  | 459.9 | 1,058.8 | 845.5 | 242.4 | 2,835.7 | 1,556.6 | 1,049.8 | 153.0 | 133.0 | 15.0 | 40.0  | 8,389.7 |

Tableau n° 8.—Hommes-années de travail en recherches accomplies par les scientifiques selon les divers titres universitaires

| N° de code | Spécialités<br>(sous-catégories)                        | Doctorat | Maîtrise | Bacc. ès sc. | Étudiant | Technicien | Total |
|------------|---|----------|----------|--------------|----------|------------|-------|
| 101        | Propriétés de l'eau.....                                | —        | —        | —            | —        | —          | —     |
| 102        | Solutions et suspensions aqueuses.....                  | .7       | .2       | —            | 3.5      | .6         | 5.0   |
| 201        | Cycle général de l'eau.....                             | 8.4      | 11.3     | 18.5         | 9.8      | 28.0       | 76.0  |
| 202        | Précipitations.....                                     | 1.0      | 2.2      | 1.9          | 1.3      | 7.5        | 13.9  |
| 203        | Neige et glace.....                                     | 3.1      | 13.0     | 13.5         | 3.5      | 8.9        | 42.0  |
| 204        | Évaporation et évapotranspiration.....                  | 5.0      | 3.1      | 2.2          | 4.3      | 7.7        | 22.3  |
| 205        | Écoulement dans le réseau hydrographique.....           | 2.0      | 1.9      | 4.2          | 1.3      | 6.6        | 16.0  |
| 206        | Eaux souterraines.....                                  | 11.8     | 10.3     | 13.9         | 3.1      | 15.3       | 54.4  |
| 207        | Eau d'imprégnation des sols superficiels.....           | 3.1      | 5.0      | .2           | 2.6      | 5.9        | 16.8  |
| 208        | Limnologie.....   | 2.9      | 5.2      | 1.4          | 6.0      | 11.9       | 27.4  |
| 209        | L'eau et les végétaux.....                              | .8       | 2.5      | .5           | 1.7      | 3.3        | 8.8   |
| 210        | Érosion et sédimentation.....                           | 4.6      | 6.2      | 1.4          | 5.1      | 11.9       | 29.2  |
| 211        | Phénomènes chimiques.....                               | .9       | 1.1      | .1           | .8       | .6         | 3.5   |
| 212        | Questions estuariennes.....                             | 1.1      | 3.5      | 1.2          | 2.6      | 6.3        | 14.7  |
| 301        | Dessalement des eaux.....                               | 4.7      | 5.0      | .9           | 1.0      | 3.4        | 15.0  |
| 302        | Amélioration des apports d'eau des bassins versant..... | .2       | 1.2      | .7           | .1       | .6         | 2.8   |
| 303        | Utilisation des eaux dégradées.....                     | .1       | .5       | .2           | —        | —          | .8    |
| 304        | Épargne des eaux d'usage domestique.....                | —        | —        | .2           | —        | —          | .2    |
| 305        | Épargne des eaux d'usage industriel.....                | —        | .5       | —            | —        | —          | .5    |
| 306        | Épargne des eaux d'usage agricole.....                  | —        | 2.0      | 2.4          | 2.1      | 3.5        | 10.0  |
| 307        | Modifications climatiques locales.....                  | —        | 2.0      | 1.0          | —        | 3.0        | 6.0   |
| 401        | Contrôle et gestion des eaux de surface.....            | 1.4      | 3.3      | 2.7          | 2.5      | 6.6        | 16.5  |
| 402        | Gestion des eaux souterraines.....                      | —        | .2       | —            | —        | .3         | .5    |
| 403        | Répercussions de l'activité humaine sur les eaux.....   | —        | 1.7      | 1.1          | .5       | 6.3        | 9.6   |

|     |   |      |       |       |      |       |       |
|-----|---|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 501 | Identification des polluants.....                     | 2.4  | 1.0   | .6    | 1.3  | 2.1   | 7.4   |
| 502 | Origine et évolution de la pollution.....             | 2.3  | 2.9   | 6.3   | 4.1  | 2.4   | 18.0  |
| 503 | Conséquences de la pollution.....                     | 6.0  | 5.0   | 10.0  | 5.5  | 12.4  | 38.9  |
| 504 | Méthodes de traitement des eaux usées.....            | 6.0  | 6.3   | 19.0  | 15.0 | 27.6  | 73.9  |
| 505 | Évacuation des résidus de traitement.....             | 1.3  | 3.5   | 1.4   | 1.5  | 1.1   | 8.8   |
| 506 | Purification de l'eau.....                            | .3   | 1.5   | .7    | 1.2  | .1    | 3.8   |
| 507 | Amélioration de la qualité des eaux.....              | 1.6  | 4.1   | 6.6   | 2.6  | 32.7  | 47.6  |
| 601 | Planification.....                                    | .5   | .7    | 1.5   | .5   | .8    | 4.0   |
| 602 | Procédés d'évaluation.....                            | .5   | .4    | 3.7   | —    | 2.3   | 6.9   |
| 603 | Répartition des dépenses, partage, fixation du prix.. | —    | .3    | —     | .4   | .2    | .9    |
| 604 | Besoins en eau.....                                   | 1.7  | .3    | .4    | 1.6  | 3.0   | 7.0   |
| 605 | Code des eaux.....                                    | —    | .2    | —     | —    | —     | .2    |
| 606 | Incidences institutionnelles.....                     | .3   | 4.3   | 3.3   | —    | .1    | 8.0   |
| 607 | Incidences sociologiques et psychologiques.....       | .5   | —     | 1.5   | .3   | —     | 2.3   |
| 608 | Conséquences écologiques des aménagements.....        | —    | —     | —     | —    | —     | —     |
| 701 | Dessin des réseaux de stations de mesure.....         | .1   | 1.7   | .5    | —    | .1    | 2.4   |
| 702 | Relèvement des données.....                           | 3.3  | 2.8   | 3.7   | .3   | 1.6   | 11.7  |
| 703 | Évaluation, traitement et publication.....            | .4   | 1.7   | 3.1   | 1.1  | 4.5   | 10.8  |
| 801 | Conception et devis des ouvrages hydrauliques.....    | 1.3  | 7.2   | 12.2  | 7.2  | 20.8  | 48.7  |
| 802 | Matériaux.....  | .3   | 1.4   | .6    | 1.0  | 2.2   | 5.5   |
| 803 | Exploitation.....                                     | —    | .5    | —     | .5   | .3    | 1.3   |
|     | Totaux.....   | 80.6 | 127.7 | 143.3 | 95.9 | 252.5 | 700.0 |

d'un baccalauréat ès sc.) ont accompli 351.6 hommes-années de travail. Comme le total des dépenses atteint 8.4 millions de dollars, la dépense par année de scientifique diplômé a été de 23,900 dollars. Comme nous l'avons indiqué à la page 20, il y a de bonnes raisons de penser que certaines dépenses, telles les salaires, les frais de déplacement, le coût des instruments et des stations de mesure, n'ont pas toujours été incluses dans les dépenses de réalisation des programmes, bien que les correspondants en eussent été priés. Cette remarque révèle que le chiffre de 23,900 dollars ne tient pas compte de la plus grande partie des frais généraux. On trouve cependant une forte différence entre les coûts par année de scientifique diplômé dans les diverses catégories de recherches. Les chiffres sont par exemple de 23,400 dollars dans le domaine de la gestion et l'augmentation de qualité des eaux, de 23,100 dollars dans celui du cycle hydrologique, alors qu'il n'atteint que 13,900 dollars pour les sciences sociales (catégorie 600). Bien que l'ampleur de l'échantillonnage ait été trop étroit pour la plupart des catégories pour qu'on puisse considérer les chiffres obtenus comme définitifs, les résultats indiquent que certains types de recherches sont plus coûteux que d'autres.

Les effectifs mentionnés étaient répartis en 116 spécialités telles que définies dans la liste des domaines principaux et des spécialités du Ministère de la Main-d'œuvre et de l'Immigration du Canada. Les quatre spécialités les plus répandues étaient l'hydrologie, l'hydrogéologie, les eaux résiduelles et l'épuration, et la mécanique des fluides. On obtient la répartition suivante si l'on groupe les spécialités par disciplines principales: génie 56 pour cent; physique 26 pour cent; biologie 9 pour cent; sciences sociales 2 pour cent; domaines multidisciplinaires 5 pour cent et autres domaines 2 pour cent.

### **III.2 Organisaion de la recherche dans le domaine de l'eau et progrès récents**

Les travaux de recherche hydro-économique à l'échelon fédéral sont réalisés dans un certain nombre de ministères et d'organismes publics. Les plus importants sont les ministères de l'Agriculture, de l'Énergie, des Mines et des Ressources, des Pêcheries, des Forêts et de l'Aménagement rural, de la Santé nationale et du Bien-être social, des Transports, l'Office des recherches sur les Pêcheries et le Conseil national de recherches. L'orientation des recherches dans les différents ministères dépend bien entendu largement des différentes missions dont ils ont été chargés. Les ministères de l'Agriculture et des Pêcheries sont chargés de missions plutôt spécifiques, quand il s'agit du domaine de l'eau, alors que le Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a été chargé d'assumer la responsabilité de recommander, de promouvoir et de coordonner les lignes de conduite nationales et les programmes qui concernent l'eau. En conséquence, le programme de recherches de ce dernier ministère est plus varié et englobe des catégories de recherches plus nombreuses que ceux des deux premiers ministères. L'Institution récente de la Direction des eaux intérieures et de la Direction des principes direc-

teurs et des plans au Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a donné un puissant essor à notre quête des connaissances dans le domaine de l'eau. Une grande partie de ce travail complétera les programmes de recherches en cours dans les autres ministères et organismes fédéraux.

Bien qu'une partie des recherches des organismes fédéraux soit menée dans la région d'Ottawa, le gros des recherches est réalisé dans des établissements répartis dans tout le pays. Au Ministère de l'Agriculture, par exemple, les recherches dans le domaine de l'eau sont réalisées à la Ferme expérimentale centrale d'Ottawa, ainsi qu'aux stations agronomiques et aux fermes expérimentales de Beaverlodge et de Lethbridge, en Alberta, de Nappan en Nouvelle-Écosse, de l'Assomption et de La Pocatière au Québec, de Harrow en Ontario et de Melfort, de Scott, de Saskatoon et de Swift Current en Saskatchewan. La plus grande partie des recherches de la Direction de la météorologie du Ministère des Transports est effectuée à Toronto. L'Office des recherches sur les pêcheries possède des stations à St. Andrews, N.-B., à Winnipeg au Manitoba, à Dartmouth, N.-É. et à Nanaïmo, C.-B.; le Ministère des Pêcheries poursuit des recherches hydro-économiques à Vancouver, C.-B., à Saint-Jean de Terre-Neuve, à Sault-Sainte-Marie en Ontario et à Halifax en Nouvelle-Écosse. Le Ministère des Forêts et de l'Aménagement rural poursuit des recherches dans des domaines connexes à celui de l'eau, généralement en dehors de la région d'Ottawa: les principaux programmes sont ceux de Calgary en Alberta, d'Amherst en Nouvelle-Écosse et de Chalk River en Ontario. Par contre, le Conseil national de recherches réalise la plus grande partie de ses programmes de recherches dans ses laboratoires d'Ottawa. Le Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources possède des laboratoires régionaux à Calgary et à Moncton, et des bureaux régionaux de relevés hydrométriques dans la plupart des provinces. A la suite de l'établissement à Burlington, en Ontario, du Centre canadien des eaux intérieures du Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, l'activité de ce ministère s'est trouvée encore plus décentralisée.

Le Centre canadien des eaux intérieures, bien qu'il soit administré et dirigé par le Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, bénéficiera d'importantes contributions à ses programmes de la part de l'Office des recherches sur les pêcheries, du Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, et de la communauté universitaire pour laquelle les laboratoires spéciaux et les bureaux ont été prévus. Un Comité consultatif auprès du Centre est en cours de formation, et comprendra des représentants des universités, de l'industrie et des organismes gouvernementaux.

La plupart des ministères et des organismes fédéraux s'occupant de recherches dans le domaine de l'eau ont des programmes concernant le cycle hydrologique. En particulier, les travaux du Ministère de l'Agriculture, du Conseil national de recherches et de la Direction de la Météorologie du Ministère des Transports se classent dans la catégorie 200. Chaque ministère dirige ses recherches en particulier selon la mission dont il est chargé. Le Ministère de l'Agriculture met par exemple l'accent sur les recherches dans

les spécialités 207 et 209, soit respectivement l'eau dans les sols arables et l'eau et les plantes, alors que la Direction de la Météorologie s'occupe plutôt des aspects météorologiques des recherches hydro-économiques, tels les précipitations et l'évaporation.

D'un autre côté, le Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, celui des Pêcheries et l'Office des recherches sur les Pêcheries consacrent une fraction substantielle de leurs programmes aux recherches de gestion et d'amélioration de la qualité des eaux. Le Ministère des Forêts et de l'Aménagement rural mène des recherches de la catégorie 400, en mettant l'accent particulièrement sur le contrôle des eaux de surface (répercussion de l'exploitation des terres sur le ruissellement), ainsi que dans la catégorie du cycle hydrologique. Le Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources conduit des programmes de recherches dans toutes les catégories principales, et plus particulièrement en hydrologie générale, en limnologie, en étude de la pollution du milieu environnant et en études économiques et de planification.

Comme nous l'avons indiqué au premier paragraphe du présent chapitre, la part du programme fédéral de recherches dans l'ensemble des recherches est très forte. Quarante-quatre pour cent des fonds pour les recherches hydro-économiques servent au financement des recherches menées à l'intérieur des organismes fédéraux. Les programmes quinquennaux publiés par les organismes fédéraux indiquent que les travaux augmenteront notablement au cours des cinq prochaines années, bien qu'en raison des restrictions budgétaires générales ils ne s'accroîtront pas autant que les divers ministères l'avaient proposé. Nous avons indiqué précédemment que les organismes fédéraux, tout en accomplissant eux-mêmes une forte partie des recherches, constituaient également une importante source de financement pour les recherches des autres secteurs. Les universités ont reçu presque un million de dollars d'aide des divers organismes fédéraux en 1966. C'est le Conseil national de recherches qui a constitué la principale source fédérale de financement pour les universités. Au cours de l'année budgétaire 1967-1968, le Conseil national de recherches a accordé 95 subventions pour frais d'exploitation à des chercheurs universitaires individuels, d'un montant total de 621,000 dollars.<sup>3</sup> En outre, le Conseil a alloué des subventions pour appareillage important, et a accordé son soutien à l'Institut des Grands Lacs de l'Université de Toronto et au Centre des sciences marines de l'Université McGill. Outre le Conseil national de recherches, d'autres organismes fédéraux accordent aussi leur aide aux universités. Le Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources possède maintenant un Comité consultatif national de la recherche hydro-économique. On se propose de choisir les membres du Comité parmi le personnel scientifique de plusieurs ministères fédéraux et provinciaux, des

---

<sup>3</sup> Donnée aimablement fournie par le Bureau des subventions du Conseil national de recherches.

universités et de l'industrie. Le mandat du Comité consultatif national est le suivant:

1. Servir de conseiller permanent au Ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources à propos des besoins et des priorités en recherche hydro-économique, y compris les recherches sur la pollution des eaux.
2. Collaborer aux travaux de coordination des recherches hydro-économiques.
3. Examiner les demandes de subventions de recherches soumises au Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, et faire des recommandations à leur sujet.

Le Comité principal sera aidé par trois sous-comités; le premier s'occupera des recherches dans le domaine des sciences sociales, le second des recherches dans le domaine des sciences naturelles et du génie, et le troisième constituera un comité consultatif auprès du Centre canadien des Eaux intérieures, situé à Burlington, Ont.

Deux autres comités importants pour le domaine des recherches hydro-économiques sont le Comité associé de géodésie et de géophysique ainsi que ses sous-comités d'hydrologie et de cryologie, et le Comité associé de recherches sur la pollution des eaux; tous deux appartiennent au Conseil national de recherches. Les sous-comités d'hydrologie et de cryologie sont constitués par le Comité associé de Géodésie et de géophysique; leurs membres proviennent d'organismes publics fédéraux et provinciaux, d'universités et de l'industrie. Ces sous-comités se sont occupés de rassembler puis de disséminer les données concernant les recherches hydrologiques et cryologiques (c'est-à-dire du domaine de la neige et de la glace). Ils publient à des intervalles réguliers des listes bibliographiques concernant les travaux canadiens d'hydrologie et organisent des colloques traitant de sujets choisis dans leur domaine. Le sous-comité d'hydrologie agit également à titre consultatif auprès du Comité national canadien de la Décennie hydrologique internationale.

Le Comité associé des recherches sur la pollution des eaux a été institué pour susciter et promouvoir les recherches dans le domaine de la pollution des eaux. Le Comité associé s'intéressait particulièrement à la formation supérieure des diplômés, et établissait la liaison entre le Conseil national de recherches et d'autres organismes s'occupant de recherches pour la dépollution des eaux. Comme le Comité avait également des fonctions très similaires à celles du Comité consultatif national des recherches hydro-économiques institué récemment par le Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, on vient de recommander la dissolution du Comité associé qui sera remplacé par un comité s'occupant du domaine plus vaste de la pollution du milieu environnant.

La Décennie hydrologique internationale (DHI) a eu une très forte influence sur l'extension des recherches dans le domaine de l'eau au Canada,

particulièrement dans la catégorie du cycle hydrologique. En 1967, 97 nations et 16 organisations internationales participaient au programme qui a débuté en 1965. Un Comité national canadien coordonne le programme de notre pays, sous la présidence du major général H. A. Young. Le Comité est composé de représentants des organismes fédéraux et provinciaux et des universités, et il est soutenu par un secrétariat à plein temps pourvu de personnel par la Direction des Eaux intérieures du Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

On peut juger de l'importance du programme canadien de la Décennie hydrologique par rapport à la totalité des travaux de recherches dans le domaine de l'eau, en notant que seulement 50 des 185 projets de la DHI en cours de réalisation avaient été entrepris avant le début de la Décennie hydrologique. La plupart de ces projets sont réalisés en collaboration et touchent plusieurs disciplines. De 3 à 14 organismes collaborent à la réalisation de chaque projet, qui groupe jusqu'à 20 travaux différents. Cette méthode permet l'utilisation maximale des données recueillies par les coûteuses stations de mesures.

Bien qu'il soit impossible de déterminer le coût de réalisation de ce programme pour tous les organismes fédéraux et provinciaux et les universités qui l'animent, une étude des chiffres de 1966<sup>4</sup> montre que les sources de financement étaient les suivantes: Organismes fédéraux: 1,555,000 dollars; Conseil national de recherches (généralement sous forme de subventions aux universités): 261,000 dol., et organismes provinciaux: 376,000 dol.; l'ensemble des dépenses était donc au minimum de 2,192,000 dollars.

Le financement d'origine provinciale dans le domaine des recherches hydro-économiques atteint 21 pour cent du total, soit un montant d'environ 1.75 million de dollars. Nous avons mentionné plus haut que presque 40 pour cent des travaux avaient été exécutés dans quatre conseils provinciaux des recherches (C.-B., Alberta, Sask. et Ont.). Bien que les Conseils ne soient généralement pas considérés comme des organismes gouvernementaux, nous les avons rangés dans cette catégorie pour les besoins du présent rapport en vue d'éviter une multiplication des secteurs de réalisation, et aussi parce que les recherches hydro-économiques menées par les Conseils de recherches sont financées en majeure partie par les gouvernements provinciaux. Les programmes de recherches hydro-économiques des Conseils ont constitué un foyer des recherches régionales en ce domaine, particulièrement en Alberta et en Saskatchewan.

Deux autres organismes provinciaux réalisant d'importants programmes de recherches dans le domaine de l'eau sont le Ministère québécois des richesses naturelles et la Commission ontarienne des ressources hydriques. Ces deux organismes sont chargés de réaliser une mission spécifique, qui est d'exploiter rationnellement les ressources hydriques et en outre, pour la

---

<sup>4</sup>Données aimablement fournies par M. I. C. Brown, secrétaire du Comité national canadien de la Décennie hydrologique internationale.

Commission ontarienne, de veiller à empêcher la pollution des eaux, ou de la réduire. Tous deux travaillent activement aux recherches dans le domaine du cycle hydrologique, et en outre la Commission ontarienne des ressources hydriques poursuit un important programme de recherches dans la catégorie 500 (gestion de la qualité des eaux et protection de leur qualité). Le reste des travaux de recherches provinciaux est réparti parmi un certain nombre d'organismes provinciaux chargés d'une mission particulière, liée de près aux responsabilités du gestionnaire provincial.

Les personnes rédigeant un rapport tel que celui-ci peuvent être tentées d'évaluer la qualité des travaux de recherches en cours, de faire des remarques au sujet de la place des spécialistes canadiens de l'eau par rapport à leurs collègues étrangers, et de tenter de mesurer l'efficacité des recherches réalisées dans les différents secteurs. Les auteurs se rendent parfaitement compte que s'ils cédaient à cette tentation, ils permettraient aux critiques de les accuser de parti-pris ou de nier leur compétence pour émettre des jugements, ou même de nier toute possibilité de porter un jugement. Les auteurs feront toutefois part au lecteur de quelques observations.

La première est que bien peu de projets canadiens concernent les frontières de la connaissance, ou essaient d'échafauder des théories générales utiles à l'aménagement des ressources en eau. La plupart des travaux de recherches sont fondés sur des adaptations régionales particulières au Canada de méthodes et de techniques élaborées à l'étranger. On ne sait si cette observation est valable pour d'autres pays que le Canada, mais il apparaît que les spécialistes de l'eau du Canada ne semblent pas à l'avant-garde des travaux de recherches hydro-économiques aux yeux de leurs collègues d'autres nations. S'il est vrai que le niveau des recherches n'est pas aussi élevé qu'il devrait être, on se pose naturellement la question des raisons de cet état de choses.

Une des premières raisons réside dans le très faible niveau d'aide accordé aux recherches avant 1965. On a mentionné plus haut que les recherches hydrologiques ont débuté à un niveau raisonnable seulement quand la Décennie hydrologique internationale a commencé, soit en 1965. Les recherches similaires dans le domaine de la pollution des eaux n'ont été entreprises que très récemment, sous la pression de l'inquiétude publique au sujet de la pollution.

Une autre raison provient de l'état de la recherche universitaire dans le domaine des ressources hydriques. Comme les universités sont, de beaucoup, les plus importantes sources d'effectifs scientifiques en ce domaine, il est nécessaire que ces établissements poursuivent des programmes de recherches bien étoffés pour que les autres secteurs aient les moyens de travailler avec fruit. Le tableau n° 5 montre qu'en 1966 l'aide aux universités atteignait environ 1.6 million de dollars. Ce financement était réparti entre 20 universités, donnant une moyenne de 80,000 dollars par établissement. Bien entendu, certaines universités, telles l'Université de l'Alberta, l'Université de Toronto

et l'Université de la Saskatchewan, par exemple, ont obtenu beaucoup plus que cette moyenne. Aucune des universités mentionnées, cependant, ne semble avoir atteint le point décisif de l'essor des recherches hydro-économiques.

Avec des moyens limités, quelques universités ont atteint une certaine notoriété dans les disciplines particulières, comme l'Université de Guelph pour l'hydrologie et l'École Polytechnique en hydraulique. Cependant, en général, aucune université canadienne n'a mis sur pied de programme de recherches hydro-économiques sur des bases largement multidisciplines. L'Université du Manitoba a entrepris les préliminaires d'un tel programme et quelques autres universités sont en voie d'en établir. L'inexistence de programmes importants de recherches dans le domaine spécifique de l'eau reflète l'insuffisance du soutien financier des recherches dans ce domaine et les difficultés d'organisation de programmes multidisciplines dans les universités.

L'exiguïté des programmes universitaires, mentionnée ci-dessus, ne peut avoir qu'un effet nuisible sur les programmes des organismes publics. La plus grande partie du groupe actuel de chercheurs du domaine de l'eau a reçu une formation dans les disciplines fondamentales (physique, génie civil, biologie) et a pénétré dans le domaine de la recherche hydro-économique avec aussi peu de préjugés qu'un néophyte qui acquerra son expérience sur le tas. Bien que cette forme de préparation ait eu dans le passé des avantages dans bien des cas et continuera à être utilisée, il y a un grand besoin d'une formation mieux orientée.

Une troisième raison pour le lent développement des recherches dans le domaine de l'eau au Canada résulte de l'absence passée de problèmes sérieux. L'augmentation de la fréquence des disettes d'eau dans certaines régions au cours de la dernière décennie, l'accroissement des dangers d'inondations et de la pollution des eaux et d'autres difficultés connexes ont dernièrement suscité l'accroissement du soutien des recherches dans le domaine de l'eau au Canada.

Une autre remarque concernant l'importance qu'on donne au domaine des ressources hydriques concerne l'absence d'une revue scientifique canadienne où les résultats des travaux des spécialistes pourraient être publiés. Bien que quelques revues scientifiques canadiennes publient des articles concernant le génie hydro-économique, la majorité des chercheurs doivent chercher l'hospitalité des colonnes de revues américaines ou internationales pour attirer l'attention des scientifiques des mêmes spécialités. Il se peut que l'inexistence d'une revue scientifique de l'eau au Canada soit une des raisons empêchant que de nombreux travaux de recherches réalisés soient suivis de la publication d'un article.

### **III.3 Recherches des autres pays dans le domaine de l'eau**

Un pays de l'importance des États-Unis peut se permettre financièrement et technologiquement de réaliser ses programmes de recherches sans s'occuper de ce que réalisent les autres pays. Le Canada par contre ne peut

se permettre de faire cavalier seul. Dans le domaine de la recherche hydro-économique, il est très important de grouper les effectifs exigus et les fonds limités pour la réalisation des recherches dans les domaines pour lesquels il n'est pas possible d'importer des connaissances scientifiques ou technologiques, en raison du manque de recherches pertinentes dans les autres pays. Il est en particulier nécessaire d'examiner la nature et l'importance des programmes de recherches dans le domaine de l'eau aux États-Unis avant de faire des recommandations au sujet des domaines dont l'étude serait la plus avantageuse pour le Canada.

Aux États-Unis, de très bonnes analyses, estimations et prospectives des programmes de recherches des organismes fédéraux dans le domaine de l'eau ont été publiées grâce au Bureau présidentiel des sciences et de la technologie par le canal du Comité de la recherche hydro-économique du Conseil fédéral des sciences et de la technologie (nos 1, 2 et 3)<sup>5</sup>. Malheureusement aucun renseignement précis n'est disponible au sujet des recherches hydro-économiques patronnées par les autres niveaux de gouvernement, par les universités, par les fondations, et par l'industrie des États-Unis. En conséquence, on rencontre des difficultés pour comparer l'effort scientifique *total* du Canada en ce domaine, dans *tous* les secteurs (indiqués aux tableaux n° 2 et 8) avec celui des États-Unis.

Les auteurs ont tenté d'évaluer les dépenses des États-Unis en recherches hydro-économiques en dehors des organismes fédéraux, grâce à des renseignements sur un certain nombre de travaux de recherche dans le domaine de l'eau, fournis par le Science Information Exchange (SIE) de la Smithsonian Institution à Washington. Ce service a relevé 4,193 projets de recherches en cours de réalisation dans le domaine de l'eau en 1967. Dix-huit pour cent de ces derniers, ou 743, étaient financés entièrement par des organismes non fédéraux; 989 travaux étaient financés partiellement par les organismes fédéraux et pour le reste par d'autres organismes. Nombre de ces travaux sont financés par le canal d'un programme de subvention à frais partagé entre le gouvernement fédéral et les gouvernements des états, qui oblige ces derniers à payer au moins 50 pour cent du montant de la subvention; cependant beaucoup d'autres ne reçoivent que de petites sommes des organismes non fédéraux. Si nous prenons pour acquis qu'un tiers du coût de ces travaux est à la charge des organismes non fédéraux, nous pouvons considérer que 26 pour cent des travaux relevés par le SIE ne sont pas financés par le gouvernement fédéral. Il a été impossible de déterminer si ces travaux étaient plus ou moins coûteux, en moyenne, que les travaux soutenus par le gouvernement fédéral. Cependant le SIE n'a pratiquement pas relevé de travaux de recherche et de développement technique industriels dans ce

---

<sup>5</sup> n° 1. Bureau des sciences et de la technologie des É.-U. (U.S. Office of Science and Technology) «A Ten-Year Program of Federal Water Resources Research», février 1966, 88 p.  
n° 2. Bureau des sciences et de la technologie des É.-U. «Federal Water Resources Research Program for Fiscal Year 1967», avril 1966, 20 p.  
n° 3. Bureau des sciences et de la technologie des É.-U. «Federal Water Resources Research Program for Fiscal Year 1968», avril 1967, 28 p.

domaine. On ne dispose d'aucun chiffre concernant l'importance des recherches de l'industrie sur l'épuration des eaux résiduaires, la filtration des eaux, le développement technique des instruments, la mise au point des matériaux pour la construction d'ouvrages hydrauliques, etc., mais plusieurs experts de Washington estiment que ces dépenses doivent être fortes.

Grâce à ces conditions, on peut estimer sans exagération que les recherches dans le domaine de l'eau reçoivent aux États-Unis la même proportion de financement non fédéral qu'au Canada, soit 32 pour cent, selon le relevé complet canadien. Si l'on tient ce chiffre pour acquis, on peut estimer que les comparaisons entre les dépenses fédérales des deux pays peuvent s'étendre à l'ensemble du financement. Le tableau n° 9 établit la comparaison des chiffres de dépenses fédérales selon les spécialités pour l'année budgétaire 1966-1967. On doit remarquer qu'il existe un écart de trois mois entre les années budgétaires canadienne et américaine, la première allant du 1<sup>er</sup> avril au 31 mars et la seconde du 1<sup>er</sup> juillet au 30 juin.

Un petit nombre de changements importants à court terme apparaissent lors de la comparaison entre les budgets fédéraux américains de l'année budgétaire 1966-1967 (tableau n° 9) et celui de l'année 1967-1968. Dans la catégorie du cycle hydrologique (200) on trouve un fort accroissement concernant les études limnologiques, dont le financement passe de 0.6 million de dollars à 1.7 million. On remarque une diminution des dépenses inscrites au budget pour le dessalement des eaux de mer (301), qui retombe de 27.7 millions de dollars à 24 millions. Cependant, les modifications les plus importantes se sont produites dans le domaine de la gestion de la qualité des eaux et de son amélioration (500) où le financement total passe de 13.6 millions de dollars à 33.6 millions en une année, le plus fort accroissement s'étant produit dans la spécialité 504 (méthodes d'épuration des eaux résiduaires) soit de 1.1 million de dollars à 5.9 millions.

Le gouvernement fédéral des États-Unis possède un plan à long terme de recherches hydro-économiques qui prévoit l'extension des recherches dans tous les domaines, à l'exception du dessalement de l'eau de mer. Le montant projeté pour 1970-1971 des dépenses internes de recherches atteindra 145 millions de dollars, et en outre 42 millions iront aux subventions de recherches et aux contrats de recherches. Le programme de subventions et de contrats devrait donc constituer une proportion constante ou légèrement décroissante des dépenses fédérales, passant de 24.5 pour cent du total en 1966-1967 à 22.5 pour cent en 1970-1971.

Le programme de recherches internes des organismes fédéraux des États-Unis continuera de consacrer la plus forte partie du financement aux études dans le domaine de la qualité des eaux et de la lutte contre la pollution, car les montants des dépenses dans ce domaine passeront de 13.6 millions de dollars, en 1966-1967 à 33.6 millions en 1967-1968 et à 53.8 millions en 1970-1971. Le financement des recherches dans le domaine de la pollution passera donc de 17 pour cent du total en 1966-1967 à 37 pour cent en 1970-1971. Les recherches concernant les techniques de planification des

**Tableau n° 9.—Dépenses internes de recherches des organismes fédéraux du Canada  
et des États-Unis (Année budgétaire 1966-1967)**

| N° de code | Spécialités<br>(sous-catégories)                         | Dépenses canadiennes | Dépenses des É.-U. |
|------------|--|----------------------|--------------------|
|            |  | \$'000 (Can.)        | \$'000 (É.-U.)     |
| 101        | Propriétés de l'eau.....                                 | —                    | 367                |
| 102        | Solutions et suspensions aqueuses.....                   | 22.5                 | 1,488              |
| 201        | Cycle général de l'eau.....                              | 150.6                | 2,574              |
| 202        | Précipitations.....                                      | 46.1                 | 704                |
| 203        | Neige et glace.....                                      | 383.0                | 607                |
| 204        | Évaporation et évapotranspiration.....                   | 236.7                | 1,044              |
| 205        | Écoulement dans le réseau hydrographique.....            | 70.7                 | 2,055              |
| 206        | Eaux souterraines.....                                   | 364.0                | 2,034              |
| 207        | Eau d'imprégnation des sols superficiels.....            | 89.0                 | 1,122              |
| 208        | Limnologie.....  | 240.7                | 644                |
| 209        | L'eau et les végétaux.....                               | 56.4                 | 1,113              |
| 210        | Érosion et sédimentation.....                            | 9.1                  | 2,315              |
| 211        | Phénomènes chimiques.....                                | 12.0                 | 1,298              |
| 212        | Questions estuariennes.....                              | 192.0                | 650                |
| 301        | Dessalement des eaux.....                                | —                    | 27,707             |
| 302        | Amélioration des apports d'eau des bassins versants..... | 10.9                 | 2,890              |
| 303        | Utilisation des eaux dégradées.....                      | —                    | 865                |
| 304        | Épargne des eaux d'usage domestique.....                 | —                    | 7                  |
| 305        | Épargne des eaux d'usage industriel.....                 | —                    | 7                  |
| 306        | Épargne des eaux d'usage agricole.....                   | 57.6                 | 970                |
| 307        | Modifications climatiques locales.....                   | 173.0                | 3,000 <sup>a</sup> |
| 401        | Contrôle et gestion des eaux de surface.....             | 102.1                | 1,747              |
| 402        | Gestion des eaux souterraines.....                       | 1.4                  | 252                |
| 403        | Répercussions de l'activité humaine sur les eaux.....    | 32.0                 | 742                |
| 501        | Identification des polluants.....                        | 28.9                 | 1,891              |
| 502        | Origine et évolution de la pollution.....                | 81.8                 | 2,020              |
| 503        | Conséquences de la pollution.....                        | 228.7                | 3,197              |
| 504        | Méthodes de traitement des eaux usées.....               | 31.0                 | 3,293              |
| 505        | Évacuation des résidus de traitement.....                | —                    | 1,338              |
| 506        | Purification de l'eau.....                               | 10.0                 | 774                |
| 507        | Amélioration de la qualité des eaux.....                 | 626.1                | 1,121              |
| 601        | Planification.....                                       | 16.0                 | 302                |
| 602        | Procédés d'évaluation.....                               | 33.0                 | 1,588              |
| 603        | Répartition des dépenses, partage, fixation du prix..... | —                    | 20                 |
| 604        | Besoins en eau.....                                      | —                    | 167                |
| 605        | Code des eaux.....                                       | —                    | 103                |
| 606        | Incidences institutionnelles.....                        | —                    | 141                |
| 607        | Incidences sociologiques et psychologiques.....          | —                    |                    |
| 608        | Conséquences écologiques des aménagements.....           | —                    | 1,583              |
| 701        | Dessin des réseaux de stations de mesures.....           | 10.0                 | 115                |
| 702        | Relèvement des données.....                              | 173.3                | 1,161              |
| 703        | Évaluation, traitement et publication.....               | 35.0                 | 350                |
| 801        | Conception et devis des ouvrages hydrauliques.....       | 150.3                | 2,128              |
| 802        | Matériaux.....   | 50.0                 | 954                |
| 803        | Exploitation.....  | —                    | 3,008              |
|            | <b>Totaux.....</b>                                       | <b>3,723.9</b>       | <b>81,456</b>      |

<sup>a</sup> Chiffre estimatif fourni par le National Atmospheric Sciences Program, Interdepartmental Atmospheric Science Program, Rapport n° 10, janvier 1966, Washington, D.C. Ce montant ne concerne que les recherches hydro-économiques, comme le montant indiqué pour le Canada.

ressources hydriques (600) subiront également une expansion importante car leur financement passera de 3.9 millions de dollars (ou 4.9 pour cent du total des dépenses internes) en 1966-1967 à 13.5 millions (ou 9.3 pour cent du total) en 1970-1971. Ces tendances reflètent l'actualité des problèmes posés par les fortes densités de population, c'est-à-dire la pollution et les utilisations contradictoires des eaux.

On peut regretter qu'il n'existe aucune statistique comparable des travaux effectués par les pays étrangers et des priorités qu'ils ont établies dans les recherches hydro-économiques. La France et l'Angleterre ont établi chacune des programmes étendus de recherches hydro-économiques. Outre les programmes de recherches en cours, la France mène ses «actions concertées» dans le but d'encourager la recherche dans un certain nombre de domaines appliqués ou fondamentaux de la science. Vingt de ces programmes ont été entrepris dans le cadre du V<sup>e</sup> plan, et on pense que les dépenses totales atteindront environ 155 millions. L'un des programmes est consacré aux ressources hydriques, et plus spécialement à l'amélioration des techniques d'inventaire des ressources en eaux et aux études de dépollution. L'Angleterre possède un centre bien connu de recherches hydrauliques à Wallingford dans le Berkshire. Le Conseil des recherches sur le milieu naturel en Grande-Bretagne a établi un groupe de recherches hydrologiques à la station de recherches hydrauliques de Wallingford. Le Conseil des ressources en eau s'occupe aussi activement des recherches dans le domaine de l'eau soit en les patronnant, soit en les réalisant lui-même. Le Conseil s'intéresse à la régularisation des cours d'eau, l'obtention de données théoriques sur les écoulements, la préparation de modèles hydrologiques mathématiques et la mise au point d'instruments hydrométriques automatiques.

Le manque de statistiques similaires sur les recherches dans le domaine de l'eau dans les pays autres que les États-Unis rend difficile la comparaison entre l'effort scientifique du Canada et celui des autres nations. Il augmente aussi les possibilités de répétition inutile de certains travaux dans les différentes nations. L'organisation des recherches dans chaque pays est influencée partiellement par l'envergure et l'importance de programmes de recherches dans d'autres pays. Les recommandations énoncées dans le présent rapport ont été influencées par les données disponibles au sujet des programmes en cours d'établissement aux États-Unis. On propose en conséquence que la Délégation canadienne auprès de l'Organisation de coopération et de développement économique étudie la possibilité de demander aux autres nations membres d'entreprendre des sondages similaires dans le domaine des ressources hydriques. Les résultats découlant de tels sondages auraient une grande valeur pour les futures études dans ce domaine.

## IV<sup>e</sup> chapitre

# AVANTAGES PROCURÉS PAR LA RECHERCHE DANS LE DOMAINE DE L'EAU

### IV.1 Introduction

Dans les domaines fondamentaux de la science, comme l'astronomie, les avantages procurés par la recherche sont généralement impalpables ou tout au moins très difficiles à évaluer au point de vue économique. La collectivité soutient cette recherche fondamentale parce qu'elle constitue un moyen important de satisfaire l'insatiable soif de connaissances de l'Homme et son désir de comprendre l'Univers qui l'entoure et le rôle qu'il y joue. L'Académie nationale des sciences des É.-U. a exprimé dans son rapport de 1965 au Comité des sciences et de l'astronautique de la Chambre des représentants, à Washington<sup>1</sup> que «la recherche scientifique peut être considérée comme une fin désirable en elle-même . . . elle constitue une forme d'activité humaine esthétiquement et moralement souhaitable, et l'accroissement de cette activité constitue un signe révélateur de la santé sociale et nationale». Cependant, la recherche fondamentale dans le passé a déjà produit des avantages économiques à long terme si importants que l'on n'a guère discuté la nécessité pour chaque pays de soutenir les recherches dans les sciences fondamentales.

Dans le domaine de la recherche appliquée, l'évaluation des bénéfices probables est un peu moins difficile. Il existe pourtant une difficulté majeure à cette évaluation des avantages potentiels en raison du caractère imprévisible des résultats. Il est évident que si les résultats pouvaient être prévus, l'élément d'innovation qui caractérise la recherche serait absent. Il apparaît ainsi que toute évaluation des avantages potentiels de la recherche est largement spéculative et fondée sur l'utilisation des résultats dans le passé. La recherche hydro-économique est, presque par définition, un domaine de recherche appliquée. Il est par conséquent moins difficile d'établir quels seront les avantages économiques directs qui en découleront et de déterminer quels sont les niveaux d'efforts scientifiques semblant justifiables du point de vue économique tout au moins approximativement. On n'a cependant pas tenté

---

<sup>1</sup> «Basic Research and National Goals», U.S. Government Printing Office, Washington, 1965.

d'établir un bilan rigoureux des avantages et du coût de la recherche hydro-économique. Comme Maass l'a signalé<sup>2</sup>:

«le défaut majeur des bilans avantages/coûts, tel qu'on les a appliqués aux investissements publics . . . est qu'ils classent les travaux et les programmes en fonction seulement de leur résultat économique . . . . Mais l'objectif de la plupart des programmes entrepris par le gouvernement n'est pas simplement, ni même principalement, de procurer des avantages économiques . . . . Ainsi l'établissement d'un bilan avantages/coûts peut manquer totalement de pertinence, ou ne concerner seulement qu'une petite partie du problème de l'évaluation des travaux et programmes entrepris par le gouvernement . . . .»

L'importance que l'on accorde dans le présent chapitre aux avantages monétaires ne doit pas faire oublier que la recherche hydro-économique est comme les autres types de recherches, en ce qu'elle aide à étancher la soif de connaissances de l'Homme et son besoin de connaître un élément vital du milieu qui l'environne. En outre, les avantages d'ordre esthétique, récréatif et même moral des recherches en dépollution des eaux et en utilisation optimale de cette richesse naturelle sans destruction de ses avantages pour d'autres utilisateurs et pour les générations futures, dépassent probablement en importance leurs avantages économiques.

#### **IV.2 Conception et gestion des ouvrages de contrôle et d'adduction des eaux**

Une des applications les plus évidentes des résultats des recherches hydro-économiques se trouve dans la conception et le fonctionnement des ouvrages que les ingénieurs construisent pour contrôler le niveau et l'écoulement des eaux et pour conduire les eaux d'un endroit à l'autre. Ces ouvrages vont du barrage à fins multiples coûtant des centaines de millions de dollars aux gouttières qui drainent l'eau des toitures, et englobent les réseaux d'égouts pluviaux, les fossés, les caniveaux et les ponts utiles au drainage de l'excès d'eau aux alentours des routes, des voies ferrées et des pistes des aérodromes, les réseaux de canaux d'irrigation, les quais, brise-lames, écluses et installations portuaires des lacs et des fleuves, les conduites d'eau des réseaux de distribution, etc. Chacun de ces ouvrages, qu'il soit un déversoir d'étang de ferme ou un ensemble de barrage-poids avec son réservoir doit être conçu en fonction de l'analyse des données techniques. La meilleure conception résulte d'une combinaison de données sûres concernant l'endroit d'implantation de l'ouvrage et de techniques précises faisant le meilleur usage de ces données. Les recherches donnent les principes permettant de choisir les données à rassembler et les méthodes qui permettent de recueillir ces

---

<sup>2</sup> A. Maass, «Benefit-Cost Analysis: Its Relevance to Public Investment Decisions», *The Quarterly Journal of Economics*, vol. LXXX, mai 1966, n° 2.

données avec précision et économie. Les recherches fournissent aussi des techniques d'analyse continuellement renouvelées qui permettent de traiter ces données fondamentales. Ce sont ces analyses qui donnent les critères de base pour la conception des ouvrages. Pour certains types d'ouvrages, tels les barrages, l'utilisation des résultats des recherches peut aussi faciliter l'exploitation de l'ouvrage hydrotechnique avec le maximum d'avantages.

Les assertions ci-dessus seront précisées par quelques exemples des types d'économies qui peuvent être réalisées. Les calculs d'évaporation à la surface d'un grand réservoir construit au Canada au cours de la dernière décennie semblent avoir été surestimés, à la lumière de données et de techniques plus récentes, et cette surestimation a coûté un montant net de 2 millions de dollars. On a trouvé que la crue de tracé initiale du déversoir du même barrage était trop grande pour les conditions hydrauliques canadiennes, car elle avait été basée sur des techniques mises au point aux États-Unis. La réduction de cette crue de tracé, basée sur une étude plus serrée des techniques en fonction des conditions climatiques canadiennes, a permis d'économiser un million de dollars. Dans un autre chantier du nord, l'ignorance des relations entre la vitesse d'écoulement des eaux dans le chenal et les risques d'englacement a coûté 500,000 dollars, ou 2 pour cent du coût total de l'ouvrage hydraulique, pour le mettre à l'abri de toute surprise. Dans tous ces cas, la réduction des immobilisations de capitaux qui a résulté des nouveaux travaux de recherches ou qui résulterait probablement de nouvelles recherches, atteint de un à 5 pour cent du coût de l'ouvrage.

Dans le secteur de l'exploitation des barrages, on a estimé que chaque centième d'augmentation du débit d'admission prévu pour le gigantesque nouveau réservoir retenu par le barrage Bennet de la rivière La Paix, en Colombie-Britannique, accroîtrait d'un million de dollars<sup>3</sup> les revenus produits par l'amélioration de l'exploitation. On a peu de raisons de douter que l'amélioration des prévisions hydrologiques permettrait d'augmenter le rendement d'exploitation de nombreux ensembles barrages-réservoirs au Canada.

Les experts-conseils H. G. Acres and Co. Ltd., qui ont examiné cette question, ont obtenu des renseignements au sujet des dépenses totales canadiennes concernant les ouvrages hydro-économiques et ont établi une prévision de ces dépenses jusqu'en 1980. Le tableau n° 10 indique les résultats de cette analyse. Les dépenses ont atteint un montant de 1,061 millions de dollars en 1966, et on s'attend qu'elle passent à 3,035 millions vers 1980.

Les experts-conseils ont passé en revue les données de leur propre expérience, très étendue dans le domaine de la conception de nombreux

---

<sup>3</sup>F. Sampson, «Peace River Project with Specific Reference to Reservoir Filling and Runoff Forecasts», *Comptes rendus de la Conférence de la neige de l'Ouest, 29<sup>e</sup> réunion annuelle*.

**Tableau n° 10.—Prévision par catégorie des frais de construction et de réparation de 1959 à 1980**  
(S'000)

| Catégories   | 1959           | 1960           | 1961           | 1962           | 1963           | 1964           | 1965             | 1966             | 1967             | 1970             | 1975             | 1980             |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| arses, quais,<br>Ddignes et brise-<br>lames.....                               | 61,675         | 71,540         | 77,080         | 57,831         | 37,517         | 46,309         | 55,575           | 69,838           | 80,904           | 101,000          | 138,000          | 200,000          |
| Rivières et canaux..   | 7,364          | 10,974         | 12,762         | 12,213         | 9,218          | 10,920         | 31,777           | 26,358           | 43,393           | 52,500           | 73,000           | 100,000          |
| Dragage et battage<br>des pieux.....   | 51,390         | 31,590         | 23,928         | 11,192         | 7,706          | 5,614          | 11,959           | 16,100           | 19,051           | 23,300           | 32,400           | 45,000           |
| Réseaux d'égout<br>d'eaux-vannes et<br>raccordements .....                     | 112,674        | 113,367        | 122,685        | 122,430        | 132,340        | 143,180        | 163,266          | 194,065          | 197,815          | 247,000          | 315,000          | 400,000          |
| Réseau de distribu-<br>tion d'eau.....   | 99,104         | 98,294         | 93,385         | 99,751         | 108,766        | 117,708        | 166,810          | 172,798          | 167,224          | 205,000          | 285,000          | 400,000          |
| Barrages et bar-<br>rages-réservoirs ....                                      | 45,693         | 76,295         | 60,018         | 72,547         | 60,680         | 146,183        | 266,814          | 172,825          | 199,783          | 260,000          | 320,000          | 430,000          |
| Irrigation et mise en<br>valeur des terres....                                 | 17,542         | 15,742         | 19,414         | 21,486         | 26,382         | 24,232         | 25,312           | 52,450           | 70,042           | 90,000           | 125,000          | 175,000          |
| Ouvrages de con-<br>trôle des eaux aux<br>installations<br>hydro-électriques.. | 105,100        | 83,800         | 128,100        | 141,400        | 143,500        | 110,800        | 123,800          | 260,600          | 278,400          | 340,000          | 470,000          | 650,000          |
| Ponts, caniveaux,<br>aqueducs, etc.....  | 183,110        | 196,396        | 207,566        | 166,886        | 202,342        | 211,757        | 215,693          | 227,142          | 235,807          | 287,000          | 398,000          | 550,000          |
| Réseaux de drai-<br>nage et égouts<br>pluviaux.....                            | 13,929         | 21,122         | 7,082          | 5,434          | 25,224         | 24,226         | 31,218           | 42,174           | 44,309           | 52,000           | 66,000           | 85,000           |
| <b>Totaux.....</b>   | <b>697,581</b> | <b>719,120</b> | <b>752,020</b> | <b>711,170</b> | <b>753,675</b> | <b>840,929</b> | <b>1,092,224</b> | <b>1,061,525</b> | <b>1,336,728</b> | <b>1,657,800</b> | <b>2,222,400</b> | <b>3,035,000</b> |

ouvrages hydrauliques, et ont entrepris des analyses du rôle des résultats des recherches dans la conception d'un certain nombre de projets individuels. Ils ont conclu qu'un très modeste niveau des avantages financiers directs découlant des recherches dans le domaine du cycle hydrologique (catégorie 200) et des ouvrages hydrauliques (catégorie 800) diminuerait les immobilisations de capitaux nécessitées par les ouvrages de contrôle et d'adduction de l'eau d'un demi à un pour cent dans chaque spécialité de recherches concernant l'ouvrage. Comme il est important dans chaque cas d'avoir connaissance d'un certain nombre de facteurs, l'expert-conseil a estimé que la moyenne globale des économies possibles découlant des recherches sur tous les facteurs intéressant un ouvrage atteindrait trois pour cent.

Les comparaisons rigoureuses des avantages possibles découlant des recherches avec les coûts est difficile sinon impossible. Les méthodes mises au point pour l'évaluation de la recherche ne s'appliquent pas aisément au cas de la recherche hydro-économique. De telles méthodes, comme celles mentionnées par J.B. Quinn dans son ouvrage «How to evaluate Research Output» (*Harvard Business Review*, avril 1960), permettent d'évaluer les avantages économiques qui pourraient découler de l'exécution d'un projet de recherche et de développement technique par la détermination des coûts du travail de recherches et de développement technique, puis l'addition d'un intérêt à un taux normal calculé jusqu'au moment probable où les recherches et le développement technique auront engendré un produit vendable, ou auront procuré des réductions de frais de production ou tout autre avantage financier. On peut évaluer les avantages en calculant les ventes du nouveau produit ou du produit amélioré au cours de sa durée probable de vente, en déduisant les frais de production et de distribution. Les responsables de l'industrie peuvent ensuite décider si l'investissement en recherches serait remboursé au cours de la période de production.

Il n'est pas aussi simple d'appliquer ces méthodes à un vaste domaine comme celui de la recherche hydro-économique, car les périodes considérées ne sont pas discontinues. En effet, nous ne nous occupons pas ici du financement d'un programme durant deux ou trois ans, mais d'un programme permanent nécessitant des dépenses chaque année. En outre, on peut considérer que les avantages sous forme d'amélioration du tracé des ouvrages de régularisation et d'adduction des eaux bénéficieront aux nouvelles constructions et à l'exploitation chaque année pendant une période indéfinie.

L'estimation du délai s'écoulant entre la fin des travaux de recherches et l'application de leurs résultats constitue une autre difficulté sérieuse. Dans certains types d'installations hydrauliques, généralement les plus importantes, ce sont des experts-conseils éminents qui sont engagés et appliquent souvent les résultats de recherches très récentes, après seulement un an ou deux de délai, aux problèmes qu'ils ont à résoudre. D'autre part, des milliers de petits

ouvrages sont conçus par des ingénieurs municipaux ou des experts-conseils locaux, qui n'ont pas autant de possibilités de se tenir au courant des recherches dans tous les domaines dont ils ont à s'occuper. Dans de tels cas le délai d'attente entre l'obtention des résultats de recherches et leur mise en pratique peut être long et se compter en décennies.

Une troisième difficulté est de découvrir quel est le type et le nombre de travaux de recherches nécessaires à l'obtention de l'ensemble d'avantages que l'on considère possible. Les experts-conseils estiment qu'on pourrait réaliser une économie de 3 pour cent lors de la construction des ouvrages de contrôle et d'adduction des eaux. Mais quel est le type et le nombre de travaux de recherches nécessaires pour obtenir cette amélioration? On peut porter quelques jugements sur les types de recherches les plus susceptibles de procurer des avantages maximaux, et c'est ce qui a été fait au 5<sup>e</sup> chapitre. Mais il semble qu'il n'y ait aucun moyen de donner des chiffres précis au sujet du nombre de travaux de recherches qui seraient nécessaires pour avoir le bénéfice maximal dans les catégories pertinentes.

Malgré ces difficultés, il est cependant possible de faire quelques calculs dont les résultats donnent une idée des avantages économiques qui découlent de la recherche dans le domaine du cycle hydrologique et dans celui des ouvrages hydrauliques. Si l'on part de l'hypothèse selon laquelle il existe un délai d'environ 7 ans entre l'obtention des résultats de la recherche et leur mise en application<sup>4</sup> et que, pour la simplicité des calculs, les travaux de recherches n'influenceront les travaux de construction qu'en 1973, et que ceux de 1967 ne les influenceront qu'en 1974, etc., on a une méthode facile, quoique très approchée, d'établir une comparaison des coûts et des avantages potentiels. Cette méthode est tout aussi précise (ou imprécise) que d'additionner les frais de recherches pendant par exemple 15 ans, et de comparer les bénéfices possibles pendant une durée similaire après un délai de 7 ans.

Si l'on part de ces hypothèses d'envergure, on voit que les 4.4 millions de dollars investis dans la recherche concernant le cycle hydrologique et les ouvrages hydrauliques en 1966, plus les intérêts au taux de 6 pour cent, constitueraient une somme de 6.6 millions de dollars en 1973, et influenceraient la conception d'ouvrages dont le coût atteindrait 1,997 millions de dollars cette année-là. Si l'on accepte le chiffre de 3 pour cent pour l'amélioration, les avantages potentiels pourraient atteindre 60 millions de dollars, soit environ neuf fois le montant des frais engagés. De même, une dépense proposée de 8.7 millions en 1970 pour les recherches dans le domaine du cycle hydrologique et des ouvrages hydrauliques (voir le 5<sup>e</sup> chapitre) deviendra 13.1 millions en 1973, à 6 pour cent d'intérêt, et influencera la conception de constructions pour un montant de 2,550 millions de dollars. Une amélioration de 3 pour cent des coûts en 1977 serait l'équivalent de 77

---

<sup>4</sup> Prof. M. Bennis, *Conférence sur les changements et l'organisation dynamique*, Université de Toronto, novembre 1967.

millions. Dans les deux cas les frais de recherches n'atteignent que 0.5 pour cent au plus des frais de construction.

Il est évident, mais il faut aussi le souligner, que ces chiffres ne sont pas le résultat d'une analyse rigoureuse du bilan coût/avantages, qu'on a estimé inadéquate pour le cas considéré. Cependant les chiffres montrent clairement, quel que soit le genre d'hypothèse utilisée ou le type d'analyse économique entreprise, que les dépenses actuelles ou projetées pour les recherches du domaine du cycle hydrologique ou des ouvrages hydrauliques ne représentent qu'un très faible pourcentage des dépenses de construction influencées, et des bénéfices potentiels provenant d'une amélioration du rendement des ouvrages.

On doit souligner de nouveau que cet examen n'a touché que les avantages directs, évidents. De nombreux autres avantages découleraient des recherches menées dans ces deux domaines du cycle hydrologique et des ouvrages hydrauliques et nous ne les avons pas examinés ci-dessus. Par exemple, les études sur les mouvements de l'eau et la turbulence dans les lacs et les rivières (spécialités 208 et 205) sont très importantes pour la connaissance du déplacement et de la dissémination des polluants dans les cours d'eau et les lacs. La connaissance des eaux souterraines est indispensable à l'exploitation optimale des approvisionnements d'eau potable, bien qu'elle n'influence guère le tracé des ouvrages hydrauliques. Les études menées dans le domaine du cycle hydrologique, complétées par les données des réseaux de stations hydrométriques, permettraient de réaliser un meilleur inventaire des richesses en eau dans diverses régions du Canada, de leurs fluctuations et de leur accessibilité. Ces connaissances sont indispensables pour répartir en connaissance de cause les eaux entre les utilisateurs au niveau local, ou entre les provinces et même entre les pays.

En d'autres mots, alors que les montants des dépenses et des immobilisations donnent la mesure d'un seul type d'avantage financier direct dans les deux catégories, ils n'indiquent nullement les avantages économiques complets de la recherche dans les deux domaines. On ne doit les considérer que comme les avantages minimaux identifiables découlant de ces recherches.

### **IV.3 Avantages que procurent les recherches dans le domaine de la lutte contre la pollution des eaux**

Il est encore plus difficile de calculer même approximativement le montant des avantages potentiels découlant des recherches de dépollution. On peut cependant obtenir une évaluation des incidences économiques de la pollution. Le coût de construction des usines d'épuration des eaux résiduaires constitue l'un des indices. Le tableau n° 11 donne des chiffres concernant les coûts de construction des usines de filtration de l'eau et des usines d'épuration des eaux usées en Ontario de 1963 à 1967. Les montants d'argent dépensés ainsi dans chaque région du Canada ne dépendent pas autant de la population totale que de la population urbaine, c'est-à-dire du nombre d'ha-

bitants des villes qui ont besoin d'usines d'épuration des eaux d'égout. Le tableau n° 12 présente une prévision de la population urbaine, indiquant qu'entre 1966 et 1980 la population urbaine de l'Ontario continuera à constituer environ 38 pour cent du total de la population canadienne. La consommation d'eau par citoyen croîtra probablement de 125 gallons par jour en 1966 jusqu'à 200 gallons par jour en 1980. A l'aide de ces chiffres, on estime

**Tableau n° 11.—Dépenses concernant les usines de purification et d'épuration des eaux de l'Ontario**  
Période 1963-1967<sup>a</sup>  
\$'000,000

| Année     | Dépenses        |
|-----------|-----------------|
| 1963..... | 114.9           |
| 1964..... | 134.6           |
| 1965..... | 140.4           |
| 1966..... | 152.9           |
| 1967..... | 176.0 (approx.) |

<sup>a</sup> Données fournies aimablement par la Commission ontarienne des ressources hydriques (A. J. Harris).

**Tableau n° 12.—Prévision de la croissance des populations urbaines de 1961 à 1980<sup>a</sup>**

| Année     | Population totale '000 | Pourcentage de population urbaine <sup>b</sup> | Population urbaine '000 |
|-----------|------------------------|--|-------------------------|
| Ontario   |                        |  |                         |
| 1961..... | 6,236                  | 77   | 4,801                   |
| 1966..... | 6,871                  | 79   | 5,428                   |
| 1970..... | 7,454                  | 81   | 6,038                   |
| 1980..... | 9,008                  | 86   | 7,747                   |
| Canada    |                        |  |                         |
| 1961..... | 18,201                 | 70   | 12,741                  |
| 1966..... | 19,870                 | 72   | 14,306                  |
| 1970..... | 21,249                 | 75   | 15,937                  |
| 1980..... | 25,057                 | 81   | 20,296                  |

<sup>a</sup> Conseil économique du Canada «L'économie canadienne des années soixante aux années soixante-dix». Quatrième revue annuelle, Imprimeur de la Reine, Ottawa, Sept. 1967.

<sup>b</sup> On considère comme centres urbains les agglomérations dépassant 999 habitants.

qu'en 1966 les immobilisations de capitaux pour la construction d'usines de filtration des eaux et d'usines d'épuration des eaux résiduaires au Canada atteignaient environ 400 millions de dollars et que ce montant passerait à 870 ou 900 millions de dollars annuellement vers 1978. Ces chiffres ne représentent que les immobilisations, c'est-à-dire le coût de construction des installations. Les frais d'exploitation annuels des usines de purification des eaux et des usines d'épuration des eaux résiduaires dans tout le pays doit être énorme, mais aucun chiffre n'est disponible. On ne dispose pas non plus d'une estimation du coût total de ces traitements pour les industries, mais on peut s'en faire une idée à l'aide des renseignements fournis par les dirigeants d'une pulperie-papeterie, qui estiment que les seules immobilisations pour la construction des installations nécessaires à la prévention de la pollution ont dépassé 17 millions de dollars au cours de la période 1960-1967.

Les frais de construction et d'exploitation des usines de purification et des usines d'épuration ne représentent que la fraction visible du coût de la lutte contre la pollution de nos eaux courantes. Une autre façon d'évaluer les frais de la lutte contre la pollution consiste à examiner les dommages financiers qu'elle entraîne. Par exemple, quand un citoyen veut pêcher ou nager, mais qu'il ne peut le faire dans un lac ou une rivière voisine, il prend son auto et à ses frais se transporte au loin vers quelque cours d'eau relativement peu pollué. La chute de la valeur des propriétés adjacentes à un cours d'eau ou à un lac qui deviennent pollués, les frais supplémentaires de nettoyage et de réparation des bateaux de plaisance, etc. constituent d'autres exemples de ces dommages financiers pour la société. Il est évidemment très difficile d'estimer l'importance de ces frais causés par la pollution au peuple canadien, bien qu'un homme courageux ait mentionné le chiffre de 400 millions de dollars par an, montant qui a été abondamment commenté à la récente conférence nationale sur la pollution et notre milieu environnant.

Les dépenses actuelles (1966) en recherches sur la gestion de la qualité des eaux et leur protection (catégorie 500) atteignent 2.8 millions de dollars, soit moins d'un pour cent des immobilisations annuelles de capitaux pour la construction des usines de purification et des usines d'épuration des eaux résiduaires.

Si l'on additionnait les frais d'exploitation de ces usines, les frais d'épuration des eaux usées industrielles et les frais causés indirectement à la collectivité, on verrait que les dépenses de recherches sont bien faibles en comparaison, d'autant plus que les dépenses de lutte contre la pollution des eaux, à laquelle les chercheurs doivent contribuer, vont subir un accroissement.

Il est parfaitement clair que dans ce domaine l'heureuse introduction d'une innovation importante pourrait entraîner un énorme accroissement des avantages possibles. Si par exemple une nouvelle technique d'épuration chimique secondaire des eaux résiduaires était découverte, qui coûterait 20 pour cent de moins en installations que les techniques biologiques actuelles, l'éco-

nomie annuelle en immobilisations, pour les finances municipales, atteindrait 180 millions de dollars vers 1978. Si l'on découvrait que le niveau de tolérance de la faune et de la flore aquatiques à certains polluants était plus haut qu'on ne le pense actuellement, ou que les vitesses d'auto-épuration des cours d'eau et des lacs sont dans certaines conditions plus rapides qu'on n'aurait cru, ou que certains phénomènes biologiques auto-entretenus existant dans les lacs et les cours d'eau pourraient contribuer à diminuer le niveau de la pollution, de très fortes économies pourraient être réalisées lors de la construction des usines d'épuration. Nous touchons là au problème de l'imprévisibilité des résultats de la recherche, qui rend si difficile une évaluation réaliste de ses avantages financiers.

#### **IV.4 Aspects sociaux, économiques et institutionnels**

Les difficultés d'évaluation des avantages financiers découlant des travaux de recherches dans les sciences naturelles paraissent bien minces quand on les compare avec les difficultés d'estimation des avantages économiques de la recherche menée dans les sciences sociales. Cette remarque ne suggère pas qu'ils sont imaginaires, bien au contraire. Par exemple, les techniques d'analyses économiques et sociales peuvent orienter le choix du meilleur projet pour l'exploitation d'un bassin hydrographique. Le meilleur plan peut économiser des millions de dollars par rapport aux autres. L'amélioration des méthodes de détermination des avantages procurés par la réalisation des programmes d'utilisation des eaux, et particulièrement des avantages indirects tant sociaux que récréatifs, conduira au choix de plans qui donneront les plus grands avantages à la communauté qui en paie l'exécution. Un spécialiste américain expérimenté dans le domaine des ressources hydriques évalue les avantages possibles procurés par les recherches économiques et sociales à environ 10 pour cent de toutes les dépenses de son pays pour les recherches dans le domaine de l'eau, tout en reconnaissant qu'il ne base son évaluation que sur son expérience personnelle. Au Canada, de nombreux programmes d'exploitation des eaux ont avorté, non à cause du manque de fonds, mais en raison de problèmes de compétence administrative empêchant une planification coordonnée. Plusieurs décennies se sont écoulées, par exemple, entre l'idée première de l'étude coordonnée du réseau hydrographique des rivières Saskatchewan et Nelson et l'accord de réalisation entre les trois gouvernements des Prairies et le gouvernement fédéral. Il est impossible de savoir si dans ce cas des recherches impartiales sur les meilleures dispositions institutionnelles ou juridiques favorisant la planification auraient hâté la conclusion de l'accord final. Il n'y a pourtant pas de doute que de tels accords entre gouvernements seraient plus faciles à conclure si les administrateurs et les chefs politiques concernés disposaient du résultat de recherches sur toutes les dispositions institutionnelles et juridiques possibles. En outre, si une évaluation économique du coût occulte des dispositions institutionnelles inefficaces pouvait être faite, les chefs politiques disposeraient de données meilleures pour réaliser des améliorations.

Les répercussions sociales et écologiques de l'utilisation des eaux sont presque impossibles à prévoir à l'aide des connaissances actuelles. Les craintes exprimées pour la conservation de l'esthétique et des conditions écologiques naturelles ont suscité l'annulation de quelques programmes récents de construction de barrages-réservoirs aux États-Unis, y compris le barrage de Bridge Canyon dans le Grand Canyon. Au Canada, une controverse récente a fait rage au Nouveau-Brunswick au sujet de la construction de l'ouvrage hydro-électrique de Mactaquac. Les naturalistes qui aimaient cette belle vallée de la rivière Saint-Jean et les fermiers qui travaillaient les terres destinées à l'immersion étaient avec raison soucieux des effets de l'installation du réservoir sur la végétation, la faune, le mode de vie des indigènes et l'esthétique de la vallée. De bonnes études prévisionnelles des répercussions sociales, écologiques et des modifications de l'économie locale suivant la construction de ces ouvrages aideraient les organismes responsables et les particuliers à saisir tous les aspects du problème et à choisir les solutions optimales pour concilier les utilisations contradictoires de nos ressources hydriques.

L'importance des sommes que les contribuables acceptent de dépenser pour la dépollution dépend de leur perception du problème et de sa gravité. Les responsables de l'établissement des projets doivent savoir l'étendue du sacrifice que les Canadiens sont prêts à faire pour que le milieu environnant soit propre, afin de pouvoir agencer leurs plans en fonction de l'efficacité désirée et de la conjoncture politique.

Sewell<sup>5</sup> donne de nombreux exemples des types de problèmes que les responsables des eaux canadiennes doivent résoudre, mais dont la résolution exige des recherches dans les domaines sociaux et économiques. Les exemples ci-dessus n'ont été mentionnés que pour donner au lecteur une idée de l'étendue des avantages possibles qui découleraient d'une augmentation des recherches dans ce domaine. Les avantages sont impossibles à mesurer exactement, mais ils sont néanmoins très importants pour la gestion efficace des ressources canadiennes en eau.

#### **IV.5 Autres avantages**

Les paragraphes IV.2 et IV.3 ont traité des recherches hydrologiques et hydrauliques et des recherches sur la pollution et de leurs répercussions pour l'amélioration de la conception, de la construction et de l'exploitation des ouvrages hydrauliques. Mais ce ne sont évidemment pas les seuls avantages possibles découlant de la recherche dans ces domaines.

Un des avantages les plus importants de la recherche dans le domaine du cycle hydrologique (catégorie 200) et de la recherche sur les besoins en eau (604) est de permettre d'arriver à des décisions fondées pour l'attribution des eaux et le transfert des masses d'eau. De nombreux organismes provinciaux ont à décider s'ils doivent accorder ou refuser la permission de

---

<sup>5</sup> W. R. D. Sewell, «Rapport spécial sur la contribution de la recherche en sciences sociales à la gestion des ressources hydriques du Canada» (voir ci-dessous, pp. 125-190).

tirer plus d'eau d'une rivière ou d'un puits. Dans nombre de ces cas, un abaissement supplémentaire du niveau du puits pourrait influencer le débit d'un cours d'eau voisin et par conséquent en réduire l'utilisation par de nombreux usagers en aval. Vice-versa la réduction du débit dans certaines régions pourrait causer l'abaissement du niveau de la nappe phréatique dans le voisinage et l'épuisement de certains puits. Bien que la théorie fondamentale de l'écoulement des eaux dans les milieux poreux soit suffisamment connue pour qu'on puisse l'utiliser à la résolution de certains problèmes, les recherches locales dans de nombreuses régions au sujet de la perméabilité des divers sols, des strates sous-jacentes et des interactions entre nappe phréatique et écoulement dans le réseau hydrographique ont été insuffisantes pour permettre l'application de la théorie générale. Et pourtant il faut que les décisions soient prises.

Il se peut que l'une des questions politiques les plus importantes de la prochaine décennie au sujet des eaux sera l'établissement d'une politique officielle des transferts des masses d'eau. Dans tous les cas de modification du réseau naturel d'écoulement, nous devons apprendre beaucoup au sujet de la quantité et de la qualité des eaux dans leur région d'origine et de leur variation au fil des saisons et des années. Il faut également que nous ayons de bonnes prévisions des besoins futurs de cette région. La plus grande partie du travail à réaliser consiste en relevés, mais les méthodes traditionnelles ont besoin d'être mises à jour pour répondre aux besoins canadiens; il faudra également résoudre quelques problèmes spéciaux de génie, d'hydrologie, d'économie et éclaircir des questions concernant la qualité des eaux et les répercussions sur la collectivité. Il n'existe que peu de précédents et de principes directeurs pour y parvenir. Il est cependant certain que les délégués canadiens aux négociations bilatérales avec les États-Unis doivent posséder les connaissances physiques, chimiques, biologiques, économiques et technologiques les meilleures possibles au sujet des eaux canadiennes, pour assurer que les intérêts des Canadiens seront bien défendus au cours des négociations concernant les transferts de masses d'eau et l'utilisation des ressources hydriques des Grands Lacs et de nombreuses rivières communes entre les deux pays. Si nos chefs politiques et nos administrateurs ne pouvaient compter sur toute l'aide possible des scientifiques et des ingénieurs concernés, et l'avoir bientôt, de profitables possibilités d'accord pourraient être négligées, et il serait possible que les accords subséquents ne soient pas tout à fait aussi favorables pour les Canadiens. Cette remarque ne s'applique pas seulement aux accords avec les États-Unis, mais aussi aux accords entre provinces ou entre régions.

#### **IV.6 Résumé des avantages**

Les auteurs tenteront dans ce chapitre d'exposer quelques-uns des avantages pouvant découler de l'exécution d'un programme de recherches hydroéconomiques bien équilibré. Les avantages économiques directs les plus facilement identifiables ont été mentionnés aux paragraphes IV.2 et IV.3. Le

Canada fait actuellement des dépenses en immobilisations atteignant environ 2.5 pour cent de son produit national brut, soit une somme d'environ 1.5 milliard de dollars pour les ouvrages de contrôle, d'adduction ou de traitement des eaux. Cette somme atteindra environ 4 milliards de dollars à la fin des années 1970. Il est difficile de faire des estimations des améliorations possibles du rendement, du tracé et de l'exploitation de ces ouvrages, mais il semble qu'elles puissent atteindre environ 3 pour cent des frais de construction.

Cependant, quelques-uns des avantages les moins facilement identifiables découlant des recherches hydro-économiques ont plus d'importance que ceux qui apparaissent dès l'abord. Les possibilités d'arriver à des décisions bien fondées au point de vue technogénique, économique et social au sujet des divers modes d'exploitation des eaux constituent un avantage des plus précieux. En outre, la réalisation d'accords avantageux entre régions, provinces et états repose sur une meilleure connaissance du domaine de l'eau que celle dont nous disposons. Enfin l'obligation morale d'exploiter les eaux en fonction du bien-être de la population actuelle et des générations futures plus nombreuses nécessite que les Canadiens soutiennent la mise au point des moyens technologiques d'y parvenir. Le succès des programmes de recherches hydro-économiques constituera la fondation du bien-être économique et social de la collectivité.

## V<sup>e</sup> chapitre

### HIERARCHIE DES BESOINS EN RECHERCHES

#### V.1 Niveau global des recherches nécessaires

Un des difficiles problèmes que le groupe d'études a entrepris de résoudre a été de déterminer si l'effort scientifique portant sur les recherches hydro-économiques au Canada, tel que le sondage le dépeint, est suffisant, plus que suffisant ou insuffisant pour combler les besoins prévisibles du pays. Cette difficulté est multipliée par le fait que la présente étude est la toute première entreprise dans le domaine des ressources renouvelables par le Secrétariat des sciences. Il en résulte un manque de perspective qui rend plus difficile la formulation d'un jugement rationnel. Nous espérons que les études futures du Secrétariat des sciences profiteront de la réalisation de celle-ci et ne souffriront pas de ce défaut.

Comme il a été mentionné au 4<sup>e</sup> chapitre, il serait utile d'établir un bilan avantages/coûts rigoureux pour en arriver à une conclusion bien fondée. Ce calcul s'est révélé impossible et inopportun. En conséquence, les considérations économiques, telles que celles mentionnées au 4<sup>e</sup> chapitre, ne peuvent servir que de guide au Comité. Cependant, ce dernier possède l'avantage de bien connaître par l'intermédiaire de ses membres les problèmes hydro-économiques de toutes les régions du pays, et de l'application possible des résultats des recherches.

Le Comité bénéficie également des recommandations formulées par des experts-conseils compétents dans des domaines particuliers. Par exemple, les experts connaissant les aspects sociaux, économiques et institutionnels des recherches hydro-économiques ont recommandé que les recherches en ce domaine soient intensifiées et que l'aide aux universités atteigne en conséquence 300,000 dollars par an dans quelques années, afin que le Canada dispose des données nécessaires à une exploitation rationnelle des eaux.

Le Comité a également considéré les recherches hydro-économiques dans le cadre plus vaste de l'ensemble des recherches et du développement technique au Canada. Le montant dépensé pour la recherche dans le domaine de l'eau en 1966, soit 8.4 millions de dollars, représentait 1.2 pour cent des dépenses totales de recherches et de développement technique du pays, qui atteignent 720 millions. Au chapitre des effectifs, seulement deux pour cent du travail de recherches des scientifiques et des ingénieurs étaient consacrés au domaine de l'eau. Le Comité s'est alors demandé si cette proportion de notre effort scientifique en recherches et en développement technique convenait à (a) l'importance des ressources hydriques pour le développement

économique du Canada et (b) l'étendue des avantages possibles découlant des recherches en ce domaine.

Un des faits pris en considération pour l'estimation de l'importance de l'eau dans l'économie canadienne était que 1.46 milliards de dollars avaient été dépensés en 1966 pour la construction d'ouvrages de contrôle, d'adduction, de purification et d'épuration des eaux. Ce montant atteignait 2.5 pour cent du produit national brut. Les prévisions établies au 4<sup>e</sup> chapitre montrent que la proportion du PNB réservée au contrôle, à l'adduction et au traitement des eaux restera le même, tout au moins jusqu'en 1980. Cette indication ne donne évidemment pas une mesure réelle de l'importance des ressources en eau pour le Canada, mais simplement le coût direct et facilement identifiable de son utilisation. Il est raisonnable de supposer que la valeur de l'eau pour l'économie canadienne dépasse largement ces montants.

Bref, le Comité devait se former une opinion fondée sur toutes ces considérations. Il a conclu que le Canada avait gravement négligé les recherches hydro-économiques, et que les gouvernements et les organismes de recherches doivent reconnaître que les recherches dans le domaine de l'eau constituent un domaine important où les efforts scientifiques devraient se déployer au cours de la prochaine décennie. Le Comité a particulièrement recommandé que le pourcentage des dépenses en recherches et en développement technique consacré au domaine de l'eau soit doublé, et passe de 1.2 pour cent actuellement jusqu'à 2.5 pour cent, en raison de l'importance des ressources en eau pour l'économie du Canada et des grands avantages possibles qui découleraient des recherches. Cet accroissement devrait s'accomplir au cours d'une période de dix à douze ans.

Les conséquences financières d'un accroissement des dépenses de recherches dans le domaine de l'eau de 1.2 pour cent à 2.5 pour cent du total des dépenses du pays pour les recherches dépendront de l'accroissement du financement global de la recherche. Si l'on part de l'hypothèse selon laquelle les dépenses globales de recherches et de développement technique du pays seraient augmentées pour atteindre 2.2 pour cent du produit national brut (les É.-U. y consacrent 3.5 pour cent) le Canada dépenserait 2.8 milliards de dollars actuels en 1978, le PND étant alors de 128 milliards de dollars. La part consacrée aux recherches hydro-économiques serait alors de 70 millions si son pourcentage est de 2.5 pour cent du total. Cette somme correspond à une augmentation annuelle moyenne de 20 pour cent des dépenses de recherches, qu'on a estimé la plus rapide, réalisable sans réduire la qualité et le rendement de l'effort scientifique de recherches.

Le Comité a d'autre part considéré que les catégories de recherches contribuant directement au rendement du tracé et de l'exploitation des ouvrages de contrôle, d'adduction et de traitement des eaux (catégories 200, 500 et 800) avaient absorbé 6.9 millions de dollars en 1966, ou un peu moins de 0.5 pour cent des immobilisations de 1966 pour de tels ouvrages. Les dépenses de recherches dans ces catégories seulement devraient atteindre 60 mil-

lions de dol. en 1978 pour constituer 1.5 pour cent des immobilisations annuelles.

En résumé, il est extrêmement difficile d'exprimer objectivement des recommandations précises concernant le niveau du financement qu'un pays devrait consacrer à un domaine important comme celui des recherches hydro-économiques. Dans ce cas cependant, diverses indications, telles la vitesse optimale de croissance, le pourcentage raisonnable des dépenses de recherches par rapport aux immobilisations, et la proportion convenable de ces recherches par rapport au montant global de R. & D. conduisent à des recommandations similaires: on doit consacrer un financement s'accroissant en moyenne de 20 pour cent par an aux recherches hydro-économiques pour atteindre un montant d'environ 25 millions de dol. en 1972-1973 et de 75 millions en 1978-1979.

On doit remarquer que ces prévisions sont établies en dollars actuels et tiennent compte d'un accroissement annuel des prix de 2 pour cent (facteur de rajustement inflationnaire) dont le Conseil économique s'accommoderait. Pourtant tout organisme qui doit utiliser ces prévisions pour préparer ses budgets doit prendre en considération la possibilité qu'une inflation plus rapide se produise. Le facteur de raffinement<sup>1</sup> des recherches et l'accroissement des dépenses par scientifique poursuivant des recherches n'ont pas été non plus pris en considération pour l'établissement des niveaux recommandés de financement. On estime, en l'absence de renseignements sur le facteur de raffinement en recherches hydro-économiques, c'est-à-dire sur l'emploi d'appareils de plus en plus complexes et précis et d'installations de plus en plus coûteuses, que cette amélioration augmente les coûts de 4 pour cent par an. Bien qu'un facteur de raffinement de 4 pour cent semble constituer une moyenne raisonnable pour les recherches dans le domaine de l'eau, la progression pourrait être beaucoup plus rapide dans certains domaines nécessitant l'utilisation de nombreux instruments, tandis que dans d'autres il pourrait être plus lent. C'est pourquoi ce facteur de raffinement n'a pas été pris en considération pour l'établissement des prévisions. Cependant, les organismes utilisant le présent rapport pour calculer leurs futures dépenses devront tenir compte d'un facteur de raffinement convenant à leur domaine de travail.

## **V.2 Besoins dans les divers domaines de recherches**

### **Introduction**

Dans le paragraphe précédent, les auteurs ont indiqué le niveau de financement global dont le pays a besoin en recherches hydro-économiques, en raison du rôle que jouent les ressources hydriques pour son économie et dans l'activité générale. Ils énuméreront dans le présent paragraphe les facteurs qui ont influencé l'établissement des recommandations détaillées concernant les dépenses dans les huit principales catégories et dans les 45

---

<sup>1</sup> A. V. Cohen et L. N. Ivins, *The sophistication factor in Science Expenditure*, Science Policy Studies n° 1, Londres, l'Imprimeur de Sa Majesté, 1967.

spécialités («sous-catégories») de recherches sur place, puis ils donneront un résumé de ces recommandations. Le paragraphe final du présent chapitre est consacré à un examen plus détaillé des besoins et du niveau de financement de chaque catégorie et spécialité prise individuellement. On espère que cette présentation, dans laquelle le sommaire précède l'examen détaillé des catégories et spécialités, permettra au lecteur de mieux saisir l'ensemble de la question.

### **Facteurs influençant les recommandations**

Quatre facteurs principaux ont été pris en considération par le Comité consultatif pour l'élaboration de ses recommandations concernant l'importance relative des diverses catégories de recherches dans le domaine de l'eau au Canada. Le premier était la pertinence des recherches en ce domaine pour les problèmes existants et en formation dans le domaine de l'exploitation rationnelle des eaux au Canada. Certains types de recherches sont très importants dans des pays où la conservation d'un approvisionnement en eau très limité est primordiale, mais au Canada les types de recherches dont nous avons besoin au stade actuel de notre développement sont principalement ceux qui nous permettront d'utiliser avec un profit optimal les ressources relativement abondantes qui sont disponibles. On ne propose pas, par exemple, de mettre l'accent sur l'épargne des eaux utilisées dans les foyers et dans l'industrie, comme c'est le cas aux États-Unis, bien qu'il sera sans doute nécessaire d'accroître nos recherches dans ce domaine au fur et à mesure que notre économie se développera.

Le second facteur important était la possibilité d'importer les données scientifiques et techniques spécifiques. Un exemple servira à illustrer cette question. En 1967, les É.-U. ont dépensé environ 28 millions pour le financement des recherches sur le dessalement de l'eau de mer, et continueront de dépenser de fortes sommes pour mettre au point des techniques en ce domaine ou les améliorer. Même si le Canada dépensait des sommes relativement importantes en ce domaine, il est improbable que ces travaux aient des résultats de grande portée pour l'état global de la recherche et de la technologie en ce domaine, en raison de l'effort scientifique de très grande envergure des États-Unis et de quelques autres pays. En conséquence, si le Canada a besoin de dessaler de l'eau saumâtre, il pourra utiliser des techniques mises au point ailleurs qui pourront sans aucun doute s'appliquer ici, avec de légères modifications. Cependant on doit remarquer que l'utilisation maximale des données et des techniques importées oblige à créer et à maintenir un corps de spécialistes dans le domaine concerné, et on y parvient le mieux en entretenant les travaux de quelques chercheurs en ce domaine, qui puissent comprendre le langage technique des spécialistes engagés dans les mêmes recher-

ches dans d'autres pays. Ce problème a été clairement décrit par Bergmann<sup>2</sup> qui a déclaré:

«Toutes les nations, sauf les plus industrialisées, doivent faire face au dilemme qui est d'acheter, ou de faire ce dont elles ont besoin. Il est probablement toujours meilleur marché d'acheter des marchandises toutes fabriquées que d'acquérir les connaissances et de mettre au point les techniques nécessaires pour leur élaboration. Il existe cependant certains inconvénients à suivre cette voie de la facilité. On ne peut déterminer la valeur de ce qu'on veut acheter sans avoir les mêmes connaissances que le vendeur, et on ne peut utiliser la marchandise sans avoir d'expérience technique. En outre, il arrive un moment où pour toutes sortes de raisons on ne peut plus acheter ce dont on a besoin. C'est à ce moment que l'existence d'un corps de scientifiques et d'ingénieurs éprouvés, d'hommes à l'imagination fertile, riches en expérience, devient indispensable, et chaque sou dépensé pour la formation d'un tel corps est un sou bien dépensé. Finalement, la dépendance découlant de l'ignorance est intolérable pour n'importe quel pays».

C'est pour ces raisons que les auteurs recommandent l'accomplissement d'un certain minimum d'effort scientifique même dans les domaines où les résultats des recherches sont facilement importés. D'autre part, il est évident que nous devons accomplir nos propres recherches pour une très grande partie des résultats dont nous avons besoin dans des sujets tels que la limnologie, le code de l'eau et les conséquences de la pollution du milieu environnant.

Le troisième facteur pris en considération pour évaluer la répartition du financement des recherches dans chaque spécialité a été le coût des recherches dans un sujet particulier. Par exemple, l'étude limnologique des grands lacs est particulièrement coûteuse en raison du prix des navires de recherches, des stations limnométriques et des dépenses causées par les méthodes d'observation. Par contre, la plus grande partie de la recherche concernant les aspects sociaux, économiques et institutionnels des travaux ne nécessite que du crayon, du papier et parfois l'utilisation d'un ordinateur.

Le quatrième facteur ayant influencé les propositions du Comité au sujet du niveau de recherches nécessaire dans chaque catégorie et spécialité a été une évaluation des avantages économiques possibles découlant des recherches menées dans les divers domaines. Les avantages directs, aisément identifiables, ont été pris en considération quand on pouvait les évaluer raisonnablement. Cependant, l'estimation des avantages indirects et des avantages pour la collectivité ont influencé également les recommandations.

### **V.3 Résumé des besoins en recherches et leur hiérarchie**

Le comité consultatif a examiné les besoins en recherches dans chaque catégorie et spécialité à la lumière des facteurs mentionnés dans le paragraphe V.2. Ces besoins sont examinés en détail dans le paragraphe suivant (V.4), mais les auteurs présentent ici un résumé en vue de fournir au lecteur une vue d'ensemble avant de donner les détails des recommandations.

<sup>2</sup>E. D. Bergmann, «Technical Strength for a New Nation», *Science and Technology* n° 72, p. 62-69, décembre 1967.

Le tableau n° 13 résume les recommandations mentionnées pour chacune des principales catégories et spécialités. On verra que les recommandations s'appuient sur l'idée fondamentale selon laquelle le Canada est un pays pourvu de ressources hydriques relativement abondantes pour une population relativement faible, et qu'il continuera de l'être au cours de la prochaine décennie. Cependant la population tend à augmenter et l'économie à se diversifier, et la pollution des ressources hydriques primordiales comme celle des bassins des rivières Saskatchewan-Nelson et des Grands-Lacs-fleuve Saint-Laurent tendra à prendre de plus en plus d'importance. Les recherches proposées tendent à utiliser directement avec profit cette richesse majeure pour stimuler le développement économique du pays. Cette politique est l'opposée de celle des États-Unis, qui dirigent leur financement dans les domaines de la conservation des eaux, des utilisations successives et de la rénovation de ressources hydriques limitées. Le tableau n° 13 montre ce contraste en comparant la répartition prévue des dépenses *internes* des organismes fédéraux américains avec le *total* prévu des dépenses canadiennes.

Cette différence de politiques met le Canada dans une position très avantageuse. Nous apprendrons beaucoup de nos voisins méridionaux au sujet de problèmes qui ne font que pointer à l'horizon, mais nous n'aurons pas à consacrer de fortes sommes et une partie importante de nos effectifs

**Tableau n° 13.—Comparaison entre la répartition des dépenses internes des organismes fédéraux des É.-U. et le total prévu des dépenses canadiennes**

| N° de Code | Catégorie   | Pourcentages prévus des dépenses internes des organismes fédéraux des É.-U. en 1970-1971 | Pourcentage proposé des dépenses totales du Canada en recherches hydro-économiques |
|------------|---|--|--|
| 100        | Nature de l'eau.....  | 2.7  | 1  |
| 200        | Cycle hydrologique.....   | 17.1   | 40   |
| 300        | Accroissement et protection des approvisionnements en eau.....                      | 18.2*  |  |
| 400        | Gestion et contrôle des masses d'eau.....   | 5.8  |  |
| 500        | Gestion et protection de la qualité des eaux  | 37.0   | 28   |
| 600        | Planification hydro-économique; aspects économiques, sociaux et institutionnels.... | 9.3  | 6  |
| 700        | Données concernant les ressources hydriques.....                                    | 2.8  | 6  |
| 800        | Ouvrages hydrauliques.....  | 7.1  | 8  |
|            | Total.....  | 100.0  | 100  |

\* Ce montant ne comprend pas les modifications climatiques touchant l'économie des eaux, domaine où aucune prévision réaliste n'est disponible.

scientifiques très limités à la résolution de tels problèmes au cours de la prochaine décennie. Le Canada pourra consacrer les efforts de ses scientifiques à l'évaluation de l'étendue des ressources hydriques, de leur importance et de leur qualité, et à l'utilisation optimale de ces ressources aux fins domestiques et industrielles. On doit noter que les recommandations reflètent certaines conceptions au sujet de la rapidité du développement du Canada, qui s'appuient sur les prévisions du Conseil économique du Canada. Cependant, si l'augmentation de la population et le développement industriel se produisaient plus rapidement que prévu, il serait nécessaire de changer la hiérarchie des recherches dans le domaine de l'eau. C'est pour cette raison que le Comité recommande un nouvel examen des priorités en 1972 au plus tard.

Les domaines particuliers qui devraient recevoir une attention spéciale et un financement fortement accru (quintuplement ou plus pour 1972-1973 si les dépenses présentes dépassent 50,000 dol.) sont les suivants: les précipitations (202), l'écoulement dans le réseau hydrographique (205), l'identification des polluants (501) l'origine et l'évolution de la pollution (502) la planification (601) et les matériaux de construction (802). Certaines autres spécialités qui ne reçoivent actuellement qu'un maigre financement (moins de 50,000 dol.) devraient bénéficier du quintuplement ou plus de ce dernier pour 1972-1973. Ces spécialités sont les suivantes: propriétés de l'eau (101), utilisation des eaux dégradées (303), épargne des eaux d'usage domestique et industriel (304, 305), gestion des eaux souterraines (402), purification de l'eau (506) répartition des dépenses, partage, fixation du prix (603), code des eaux (605), conséquences écologiques des aménagements (608) dessin des réseaux de stations hydrométriques (701) et exploitation des ouvrages hydrauliques (803).

Par contre, le Comité a proposé qu'une croissance nettement plus lente que la moyenne affecte les fonds destinés à d'autres spécialités de recherches. Ce sont par exemple l'étude générale du cycle hydrologique (201) de la cryologie (neige et glace) (203) des eaux souterraines (206) et des questions estuariennes (212), qui reçoivent actuellement une aide très considérable. Bien que ces spécialités aient une grande importance, il serait peu réaliste d'accroître leur financement aussi rapidement que la moyenne des autres, soit de 20 pour cent par an.

Le dessalement des eaux (301), les méthodes d'épuration des eaux résiduaires (504), l'amélioration de la qualité des eaux (507) et l'évaluation, le traitement et la publication des données hydro-économiques (703) sont des domaines de recherches importants en eux-mêmes, mais le Comité consultatif a estimé qu'une vitesse de croissance plus lente de leur financement et l'utilisation du résultat des recherches poursuivies dans d'autres pays suffiraient aux besoins canadiens.

Un autre point doit être souligné. Il n'existe pas de moyen connu permettant de déterminer avec précision les montants d'argent qui devraient

**Tableau n° 14.—Accroissement proposé des dépenses de recherches par spécialité**  
\$'000,000

| N° de code | Spécialités (sous-catégories)                            | Dépenses en 1966 <sup>a</sup> | Dépenses proposées pour 1972-1973 | Dépenses prévues pour 1978-1979 |
|------------|--|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 101        | Propriétés de l'eau.....                                 | —                             | .1                                |                                 |
| 102        | Solutions et suspensions aqueuses.....                   | 0.04                          | .15                               |                                 |
|            | Total.....   | 0.04 (0.5%)                   | .25 (~1%)                         | .8 (1%)                         |
| 201        | Cycle général de l'eau....                               | 0.89                          | 1.71                              |                                 |
| 202        | Précipitations.....                                      | 0.17                          | 1.00                              |                                 |
| 203        | Neige et glace.....                                      | 0.57                          | 1.00                              |                                 |
| 204        | Évaporation et évapotranspiration.....                   | 0.27                          | .86                               |                                 |
| 205        | Écoulement dans le réseau hydrographique..               | 0.12                          | .86                               |                                 |
| 206        | Eaux souterraines.....                                   | 0.74                          | 1.43                              |                                 |
| 207        | Eau d'imprégnation des sols superficiels.....            | 0.16                          | .43                               |                                 |
| 208        | Limnologie.....  | 0.41                          | 1.43                              |                                 |
| 209        | L'eau et les végétaux....                                | 0.08                          | .28                               |                                 |
| 210        | Érosion et sédimentation                                 | 0.25                          | .57                               |                                 |
| 211        | Phénomènes chimiques..                                   | 0.03                          | .14                               |                                 |
| 212        | Questions estuariennes..                                 | 0.22                          | .29                               |                                 |
|            | Total.....   | 3.91 (46.6%)                  | 10.00 (~40%)                      | 28.5 (38%)                      |
| 301        | Dessalement des eaux....                                 | .07                           | .11                               |                                 |
| 302        | Amélioration des apports d'eau des bassins versants..... | .09                           | .40                               |                                 |
| 303        | Utilisation des eaux dégradées.....                      | .01                           | .07                               |                                 |
| 304        | Épargne des eaux d'usage domestique....                  | —                             | .07                               |                                 |
| 305        | Épargne des eaux d'usage industriel.....                 | —                             | .10                               |                                 |
| 306        | Épargne des eaux d'usage agricole.....                   | .08                           | .34                               |                                 |
| 307        | Modifications climatiques locales.....                   | .17                           | .41                               |                                 |
|            | Total.....   | .43 (5.1%)                    | 1.50 (~6%)                        | 4.5 (6%)                        |
| 401        | Contrôle et gestion des eaux de surface.....             | .13                           | .42                               |                                 |
| 402        | Gestion des eaux souterraines.....                       | —                             | .28                               |                                 |
| 403        | Répercussions de l'activité humaine sur les eaux.....    | .17                           | .55                               |                                 |
|            | Total.....   | .30 (3.6%)                    | 1.25 (~5%)                        | 3.7 (5%)                        |

**Tableau n° 14.—Accroissement proposé des dépenses de recherches par spécialité—(Fin)**  
\$'000,000

| N° de code | Spécialités (sous-catégories)                            | Dépenses en 1966 <sup>a</sup> | Dépenses proposées pour 1972-1973 | Dépenses prévues pour 1978-1979 |
|------------|--|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 501        | Identification des polluants.....                        | .11                           | .58                               |                                 |
| 502        | Origine et évolution de la pollution.....                | .27                           | 1.59                              |                                 |
| 503        | Conséquences de la pollution.....                        | .47                           | 1.59                              |                                 |
| 504        | Méthodes de traitement des eaux usées.....               | .93                           | 1.74                              |                                 |
| 505        | Évacuation des résidus de traitement.....                | .04                           | .15                               |                                 |
| 506        | Purification de l'eau.....                               | .03                           | .15                               |                                 |
| 507        | Amélioration de la qualité des eaux.....                 | .66                           | 1.30                              |                                 |
|            | Total.....   | 2.51 (30.0%)                  | 7.10 (~28%)                       | 22.5 (30%)                      |
| 601        | Planification.....                                       | .05                           | .25                               |                                 |
| 602        | Procédés d'évaluation.....                               | .06                           | .25                               |                                 |
| 603        | Répartition des dépenses, partage, fixation du prix..... | —                             | .13                               |                                 |
| 604        | Besoins en eau.....                                      | .06                           | .25                               |                                 |
| 605        | Code des eaux.....                                       | —                             | .13                               |                                 |
| 606        | Incidences institutionnelles.....                        | .08                           | .25                               |                                 |
| 607        | Incidences sociologiques et psychologiques.....          | .03                           | .12                               |                                 |
| 608        | Conséquences écologiques des aménagements.....           | —                             | .12                               |                                 |
|            | Total.....   | .28 (3.3%)                    | 1.50 (~6%)                        | 4.5 (6%)                        |
| 701        | Dessin des réseaux de stations de mesure.....            | .04                           | .30                               |                                 |
| 702        | Relèvement des données                                   | .21                           | 1.00                              |                                 |
| 703        | Évaluation, traitement et publication.....               | .18                           | .20                               |                                 |
|            | Total.....   | .43 (5.1%)                    | 1.50 (~6%)                        | 4.5 (6%)                        |
| 801        | Conception et devis des ouvrages hydrauliques            | .40                           | 1.00                              |                                 |
| 802        | Matériaux.....   | .07                           | .57                               |                                 |
| 803        | Exploitation.....  | .01                           | .43                               |                                 |
|            | Total.....   | .48 (5.8%)                    | 2.00 (~8%)                        | 6.0 (8%)                        |
|            | <b>TOTAUX.....</b>                                       | <b>8.39</b>                   | <b>25.1</b>                       | <b>75.0</b>                     |

<sup>a</sup>En raison de l'arrondissement des chiffres, le total peut être légèrement différent du total indiqué.

être alloués à chaque catégorie de recherches. On ne peut que se former une opinion fondée à l'aide des indices économiques et sociaux qui semblent pertinents. C'est ce que le Comité consultatif a accompli. En écrivant le présent rapport, les auteurs ont estimé qu'il était préférable de donner des chiffres précis plutôt que d'énoncer des recommandations en termes vagues. Ils s'y sont résolus tout en reconnaissant que chaque chiffre mentionné peut être qualifié de trop élevé ou de trop faible. Le lecteur doit savoir que ces chiffres constituent seulement un essai pour donner une forme concrète à des recommandations qui sont imprécises par leur nature même. Les chiffres mentionnés ne doivent être considérés que comme des indications du financement de la recherche recommandé et non comme des recommandations absolues.

#### **V.4 Besoins principaux en recherches et importance des efforts à réaliser dans chaque spécialité**

##### **Catégorie 100—Nature de l'eau**

C'est la seule catégorie que le présent sondage peut classer comme un domaine de recherches pures ou fondamentales, et pour laquelle il n'est ni possible ni opportun d'estimer les avantages directs possibles. Il est cependant évident que les connaissances au sujet de la nature de l'eau pure et du comportement des solutions très diluées constituent une base de travail pour l'étude de l'élimination des polluants, de la lutte contre la pollution, de l'englacement et de nombreux autres phénomènes et sujets du domaine de la recherche hydro-économique. En 1966 on a mentionné qu'une seule année de travail scientifique avait été consacrée aux deux spécialités des propriétés de l'eau (201) et des solutions et suspensions aqueuses (202). Il sera nécessaire d'accroître les recherches dans la catégorie 100 pour employer 8 ou 9 scientifiques à faire des recherches à plein temps dans ce domaine en 1972-1973, afin d'utiliser avec profit les découvertes faites dans ce domaine fondamental. Pour y parvenir, il faudrait lui consacrer environ 250,000 dollars au cours de l'année fiscale 1972-1973. Cette somme représente environ 1 pour cent du financement global de la recherche dans le domaine de l'eau. Les organismes fédéraux des États-Unis prévoient consacrer 3.9 millions de dollars aux mêmes recherches en 1970-1971. Cette dépense de 250,000 dollars pourrait être considérée comme un excellent placement, car elle permettra de former les spécialistes qui détermineront l'applicabilité au Canada des résultats d'un programme de recherches fondamentales beaucoup plus important entrepris par les États-Unis, ainsi que de ceux des programmes des autres pays.

##### **Catégorie 200—Le cycle hydrologique**

Ce domaine de recherches comprend une grande partie de l'hydrologie, science de la répartition, de la présence et des mouvements de l'eau à la surface du sol et en sous-sol. L'hydrologie comprend l'étude des phénomènes

naturels concernant l'eau et des effets des déplacements de l'eau à la surface, sous forme d'érosion et de sédimentation des sols. L'exploitation rationnelle optimale des ressources hydriques du Canada nécessite une connaissance parfaite de l'étendue et de la variabilité de ces richesses, tant à l'échelon national qu'au niveau local. Tous les ouvrages érigés pour contrôler les eaux et les diriger devraient être construits en pleine connaissance des écoulements dans les cours d'eau, des courants et des vagues dans les lacs, des efforts exercés par les glaces, de la répartition des sédiments et de tous les autres facteurs physiques qui déterminent le tracé de l'ouvrage. Un programme de recherches assez substantiel a été entrepris par le Canada; cependant la plupart des travaux n'ont commencé qu'il y a deux ans, sous la poussée de la Décennie hydrologique internationale. Les dépenses dans cette catégorie (200) ont atteint 3.9 millions de dollars en 1966, soit 46.6 pour cent des dépenses totales en recherches hydro-économiques.

Pour souligner l'importance des efforts réalisés, signalons que les recherches passées dans la catégorie 200 ont largement influencé les plans d'ouvrages ayant coûté 900 millions de dollars. En raison du délai de sept ans séparant l'obtention des résultats des recherches et leur utilisation en génie, les résultats des recherches de 1966 influenceront les plans des ouvrages construits en 1973, soit un montant de 1.7 milliard de dollars (voyez le tableau n° 10).

Le Comité consultatif soutient qu'une amélioration substantielle de notre connaissance du cycle hydrologique dans son contexte canadien est à la fois profitable et grosse de réalisations, et il a donc recommandé qu'un effort scientifique important soit accompli en ce domaine. Cependant, en raison de l'existence de fondements solides permettant de poursuivre des recherches dans cette catégorie, il recommande que le financement croisse à une vitesse un peu plus lente que la moyenne annuelle de 20 pour cent de l'ensemble des recherches dans le domaine de l'eau. Il propose que le financement atteigne 40 pour cent du total plutôt que les 47 pour cent actuels. Si ce rajustement est accompli au cours des six prochaines années, le financement des recherches dans la catégorie 200 atteindra 10 millions de dollars en 1972-1973 et tendra vers 28.5 millions en 1978-1979, soit 38 pour cent du total. Aux États-Unis, l'organisation des recherches reflète les difficultés d'une économie à court d'eau, où l'accent est mis sur l'épargne des eaux et la dépollution. Le gouvernement américain n'affectera que 17 pour cent du financement total des recherches dans le domaine de l'eau en 1970-1971 au domaine du cycle hydrologique.

### **Spécialité (sous-catégorie) 201—Cycle général de l'eau**

Cette spécialité est considérée comme la plus importante de la catégorie du cycle hydrologique. Elle concerne deux ou trois phases du cycle hydrologique et leurs interactions, y compris l'établissement du bilan hydrologique précipitations/ruissellement et de modèles mathématiques du cycle hydrologi-

que dans les bassins fluviaux et lacustres, l'éclaircissement des relations réciproques entre les eaux de surface et les eaux souterraines, et la géomorphologie. Plus de 30 petits bassins versants modèles ont été pourvus de stations hydrométriques en vue d'acquérir des données sur tous les aspects de leur cycle hydrologique, dans le cadre du programme de la Décennie hydrologique internationale qui a débuté en 1965. Une forte proportion des 890,000 dollars dépensés en recherches dans cette spécialité concerne le programme des bassins versants modèles. Un des principaux objectifs visés par ce programme est d'apprendre comment prévoir, en l'absence de stations hydrométriques, le débit d'un bassin hydrographique en fonction des données météorologiques. Si l'on peut déterminer les relations significatives à l'aide des bassins modèles pourvus de stations hydrométriques dans les diverses régions climatiques, pédologiques et géologiques du pays, il pourrait être possible d'établir des relations globales à l'aide d'un ordinateur, permettant ainsi de prévoir le régime hydrographique et par conséquent de connaître les critères hydrologiques de calcul de tout petit bassin versant du pays. On pourrait utiliser également des données provenant d'autres bassins modèles munis de stations hydrométriques pour le programme de la DHI ailleurs dans le monde.

Cependant, bien que le programme de sélection des bassins versants et d'installation des appareils soit bien en route, on n'a accompli jusqu'à présent aucun effort similaire pour analyser les résultats obtenus et établir les types d'équations généralisées et les formules de relations dont on a besoin. Ces projets d'analyses exhaustives devraient être préparés en toute priorité parmi les programmes de recherches du gouvernement fédéral et des universités, afin que nous profitions au maximum de notre mise de fonds pour les réseaux de stations hydrométriques et la phase d'observations du programme. L'élaboration de modèles mathématiques convenables de la fonte des neiges et de l'apport hydrique des neiges fondantes à l'écoulement dans le réseau hydrographique et au niveau des lacs serait d'importance particulière pour le Canada.

Le Comité consultatif a proposé qu'environ 17 pour cent des fonds affectés à la catégorie 200 soient consacrés à cette spécialité, entraînant une hausse du financement annuel qui atteindrait 1.7 million de dollars vers 1972-1973.

### **Spécialité (sous-catégorie) 202—Précipitations**

Les précipitations, sous forme de pluie ou de neige, constituent la source de toutes nos ressources en eau douce, et cependant nous ne dépensons qu'une somme relativement faible, soit 168,000 dollars, aux recherches concernant les variations régionales et chronologiques des précipitations, les tendances à long terme et les méthodes permettant d'estimer les minimums et maximums des hauteurs de pluie qui entraînent les sécheresses et les inondations. Il est important de connaître la fréquence et l'intensité des pluies

tombant dans les petits bassins versants pour déterminer les critères de calcul des réseaux de drainage et d'égouts pluviaux. Ces calculs sont fondés sur des courbes de fréquence des pluies relevées à une station ou un point de mesure, mais il est préférable de disposer des courbes de fréquence des pluies sur une superficie allant par exemple d'un acre à 25 milles carrés. Les frais de construction dans cette catégorie ont dépassé 42 millions de dollars en 1966 et devraient atteindre 85 millions par an vers 1980. Cependant, on n'a entrepris que bien peu de recherches pour déterminer le caractère représentatif des hauteurs de pluies ponctuelles et pour étudier la variabilité de la pluie en divers lieux rapprochés de diverses zones climatiques du Canada.

Il est vraiment urgent de mettre au point des méthodes de détermination des précipitations à haute altitude en Colombie-Britannique, à l'aide des données facilement recueillies dans les stations pluviométriques des vallées. Des recherches à ce propos ont été entreprises, de nouveau à l'instigation de la DHI, mais le programme a besoin d'une extension importante. L'estimation des hauteurs extrêmes de la pluie et des précipitations maximales probables influencent le calcul de nombreux barrages d'importance au Canada. Le pays a dépensé plus de 430 millions de dollars en 1966 pour de tels ouvrages, et en 1980 les immobilisations annuelles dépasseront le milliard de dollars. La plupart des recherches entreprises au Canada ont porté sur l'adaptation de techniques mises au point originellement aux États-Unis. À l'avenir nous devons entreprendre un plus grand nombre de recherches fondamentales concernant la structure des orages et les méthodes d'estimation des limites maximales des précipitations orageuses. Les tendances pluviométriques et climatiques devraient aussi être prises en considération pour la conception des plans d'utilisation rationnelle des eaux, mais malheureusement notre incapacité à établir des prévisions valables s'y oppose. Très peu de travaux sont en cours dans ce domaine.

Pour ces raisons, le Comité a recommandé une multiplication par six du financement des recherches en ce domaine vers 1972-1973, et la continuation de son accroissement pour qu'il atteigne 9 à 10 pour cent du financement total de la catégorie 200. Le gouvernement fédéral devrait frayer la voie en ce domaine, avec l'aide active des provinces et des universités.

### **Spécialité (sous-catégorie) 203—Cryologie (Neige et glace)**

On comprend que le Canada accorde une plus forte proportion que les États-Unis de son financement des recherches dans le domaine de l'eau aux études concernant la neige et la glace. Nous mentionnerons un fait typique, illustrant l'importance hydrologique des eaux provenant de la fonte des neiges: 40 pour cent du débit annuel du fleuve Fraser proviennent de la fonte de la neige et de la glace. Le Canada a consacré environ 15 pour cent du financement de la catégorie du cycle hydrologique en 1966 à l'étude de la formation et de la disparition de la glace, de la thermodynamique de la neige et de la glace, des glaciers, des efforts exercés par les masses de glace, du

pergélisol, etc. La proportion que les États-Unis consacrent aux mêmes sujets était de 3 pour cent. Il est bien évident que le Canada ne peut dépendre de techniques importées des États-Unis dans ce domaine; cependant les études menées en Scandinavie et en URSS sont utiles à notre pays. Les recherches réalisées naguère en ce domaine ont influencé l'ingénierie de 500 millions de dollars de travaux en darses, quais, barrages, chenaux, etc., en 1966. D'autres secteurs de recherches pouvant se révéler profitables sont les suivants: 1) prévision et modification du moment de l'englacement et de la débâcle en vue de la navigation, particulièrement dans l'ensemble Grands-Lacs-flleuve Saint-Laurent; 2) meilleure compréhension de la thermodynamique de la fonte des neiges et méthodes de prévision à nos latitudes; 3) effets du pergélisol sur le régime des eaux de face et des eaux souterraines; 4) fluctuations des glaciers, indiquant les tendances climatiques à long terme; 5) mise au point de techniques d'utilisation des satellites pour l'évaluation de la couverture nivale et glacielle et 6) amélioration des méthodes de prévision des crues dues aux embâcles.

En raison du niveau d'activité très élevé dans ce domaine au Canada le Comité consultatif a recommandé un accroissement plus lent que la moyenne de 20 pour cent pour l'ensemble des recherches, et propose une augmentation des mises de fonds qui passeront de 570,000 dollars en 1966 à 1 million en 1972-1973, ou 10 pour cent du financement de la catégorie du cycle hydrologique. On doit noter qu'en outre une proportion importante des recherches dans le domaine du cycle général de l'eau (201) comprendront des travaux sur la fonte des neiges en relation avec d'autres phases du cycle hydrologique.

#### **Spécialité (sous-catégorie) 204—Évaporation et évapotranspiration**

Les études au sujet de l'évaporation ont été qualifiées de spécialité décourageante d'une science décourageante (la météorologie). C'est peut-être en raison du défi intellectuel qu'elles présentaient qu'un nombre raisonnable de chercheurs canadiens s'y sont intéressés. Environ 7 pour cent du financement de la catégorie 200 en 1966, soit 273,000 dollars, ont été consacrés à cette spécialité. Ce pourcentage est sensiblement le même que celui consacré par les États-Unis à ces études. Cependant, les taux d'évaporation et les pertes d'eau sont bien plus fortes aux États-Unis qu'au Canada. Les États-Unis se proposent de consacrer une proportion croissant plus vite qu'ailleurs à cette spécialité du cycle hydrologique. La plupart des recherches canadiennes ont été consacrées à l'évapotranspiration, afin de donner les bases du calcul des besoins d'irrigation en eau. Ce n'est qu'en 1967 que parurent au Canada les premières cartes donnant les valeurs estimées de l'évaporation des eaux libres, des lacs et des réservoirs; on les qualifia de préliminaires, car elles étaient fondées sur des données en nombre limité. Très peu de connaissances sont disponibles sur l'applicabilité au climat canadien des techniques d'estimation des quantités d'eau évaporée établies ailleurs. On a entrepris la

réalisation de plusieurs projets de la DHI pour l'évaluation des méthodes de calcul de l'évaporation des petits lacs et des grands lacs, et d'autres projets sont en cours de planification.

Le Comité consultatif propose un triplement du financement dans ce domaine entre 1966 et 1972, ce qui représente la vitesse d'accroissement moyenne de 20 pour cent par an recommandée pour les recherches hydro-économiques en général. La plus grande partie de l'effort scientifique devrait être dirigée vers l'étude de l'évaporation à partir des surfaces d'eau, de neige et de glace. Les recherches pour la réduction de l'évaporation et l'évapotranspiration sont examinées à la catégorie 300.

### **Spécialité (sous-catégorie) 205—Écoulement dans le réseau hydrographique**

Il est remarquable qu'un pays qui dépense environ 10 millions de dollars annuellement pour le rassemblement des données concernant l'écoulement de surface n'ait consacré que 124,000 dollars en 1966 aux recherches sur les données rassemblées, sur l'amélioration des méthodes d'analyses de ces données pour diverses utilisations, et sur le phénomène de l'écoulement dans le lit des cours d'eau. En 1966, les organismes fédéraux des É.-U. ont consacré 11 pour cent du financement des recherches concernant le cycle hydrologique aux études sur l'écoulement dans le réseau hydrographique. Le Canada n'y a consacré que 3 pour cent. On a mentionné aux paragraphes des spécialités 201 et 202 qu'une meilleure connaissance de la répartition des précipitations et des relations entre précipitations et ruissellement serait très utile au calcul des crues prévisibles dans les petits bassins versants et dans les grands. Pour les bassins versants de taille moyenne, et peut-être aussi pour les petits, une voie d'accès plus directe consisterait à analyser les caractéristiques de l'écoulement dans le réseau hydrographique régional en fonction du climat, des sols, de la géologie, des caractéristiques des cours d'eau, de la densité de la végétation etc., et à l'aide de ces données, de mettre au point les méthodes d'estimation de la fréquence des crues et des sécheresses pour les millions de petits bassins qu'on ne peut pourvoir de stations hydrométriques et où pourtant il faut construire des ouvrages de contrôle ou d'adduction des eaux. Un montant de 700 millions de dollars a été dépensé pour la construction d'ouvrages en 1966, et en 1980 les immobilisations atteindront environ 1.7 milliard de dollars. Le Canada ferait peut-être un excellent placement en recherches dans le domaine de l'eau s'il entreprenait la réalisation d'un programme d'analyses du grand volume de données recueillies au sujet de l'écoulement dans le réseau hydrographique. D'autres types de recherches nécessaires dans le même domaine concernent la mécanique des écoulements dans les lits fluviaux, particulièrement sous une nappe de glace, la turbulence et la diffusion des matériaux étrangers dans les cours d'eau (ces travaux toucheraient de près la catégorie 502, origine et évolution de la pollution), l'étude de la forme et des caractéristiques des hydrogrammes, spécialement

en période de crue, et les recherches sur l'utilisation optimale des lectures limnimétriques quotidiennes pour la détermination des crues prévisibles.

Le Comité consultatif considère que les recherches dans cette spécialité devraient être fortement accrues, et que leur financement devrait être multiplié par sept d'ici à 1972-1973.

#### **Spécialité (sous-catégorie) 206—Eaux souterraines**

Les habitants de quelques grandes villes, de milliers de villages et la plupart des ruraux dépendent des eaux souterraines pour leur approvisionnement. On estime qu'un cinquième de la consommation domestique d'eau au Canada provient des réserves souterraines. Les recherches sur place en sont très coûteuses, en raison du prix élevé du forage, mais à la longue les recherches sont très avantageuses car elles conduisent souvent à l'exploitation aisée d'une eau de haute qualité proche de l'utilisateur. La plupart des recherches entreprises jusqu'à présent consistaient en inventaires et leur nature était descriptive. On devrait consacrer à l'avenir plus d'efforts à l'étude de l'écoulement des eaux dans les strates poreuses à l'aide de modèles mathématiques et de modèles réduits et aux études physiques concernant la rapidité et le genre de réalimentation des aquifères. Les pénétrations d'eau salée dans les aquifères du littoral atlantique méritent une attention spéciale. Un programme étoffé de recherches hydrogéologiques est en cours de réalisation au Canada, avec la participation active des organismes provinciaux et fédéraux. Le financement de ces recherches a atteint 737,000 dollars en 1966. Cette somme venait en supplément des dépenses concernant les relevés habituels de l'emplacement et de l'étendue des ressources en eaux souterraines, lesquels n'étaient pas considérés comme des recherches.

Le Comité consultatif a recommandé l'extension continue des recherches dans ce domaine à une vitesse de croissance plus lente que la moyenne. Il a proposé que le financement atteigne 1.4 million de dollars en 1972-1973. Il recommande une croissance plus rapide des recherches en exploitation rationnelle des eaux souterraines et en réalimentation artificielle des aquifères, qui cependant dépendent de la spécialité 402.

#### **Spécialité (sous-catégorie) 207—Eau d'imprégnation des sols superficiels**

Le mouvement des eaux dans les sols et au travers du profil pédologique, verticalement et latéralement, constitue le lien crucial entre l'apport de pluie et d'eau de fonte des neiges et les eaux utilisables des cours d'eau ou des aquifères. En outre, l'humidité des sols superficiels est un facteur hydrologique important de la croissance des plantes et on doit le prendre en considération pour la planification en espace et en durée de l'irrigation des récoltes. Les Canadiens ont entrepris avec succès la réalisation de programmes de recherches bien étoffés sur l'évaluation de l'humidité des sols en fonction des données climatiques ou autres, mais ils ont fait beaucoup moins de recherches au sujet des taux d'infiltration des eaux et des caractéristiques

des sols canadiens, ainsi que sur le mouvement des eaux au travers du profil pédologique.

Les dépenses totales de recherches ont atteint 156,000 dollars en 1966, et le Comité consultatif recommande que ce financement subisse un accroissement de 20 pour cent par an, soit la moyenne de la rapidité d'expansion des programmes de recherches dans le domaine de l'eau.

### **Spécialité (sous-catégorie) 208—Limnologie (étude des lacs)**

Le Canada est le pays des lacs. Il se peut que l'un des traits les plus distinctifs des ressources canadiennes en eau réside dans le pourcentage relativement élevé de nos eaux qui se trouvent dans des lacs petits et grands. Le Canada possède une part majoritaire du plus grand ensemble de lacs d'eau douce du monde, les Grands Lacs, y compris le plus grand d'entre eux, le Lac Supérieur. Notre pays possède également le Grand Lac de l'Ours et le Grand Lac des Esclaves, qui tous deux ont une superficie de plus de 11,000 milles carrés, le lac Winnipeg, de 9,400 milles carrés, le lac Athabaska, de 3,000 milles carrés, et des millions de petits lacs. Chaque grand barrage, tel le barrage Gardiner sur la Saskatchewan-Sud, crée un nouveau lac. Les programmes canadiens de recherches dans le domaine de l'eau tiennent compte jusqu'à un certain point de l'importance des études limnologiques dans notre pays, et plus particulièrement des Grands Lacs, au cours des dernières années. Cette spécialité comprend les recherches sur les caractéristiques naturelles, physiques et chimiques des lacs, y compris les courants, les vagues, la chimie naturelle et le bilan thermique. Il est évident que ces études empiètent sur les domaines d'autres spécialités.

Les dépenses ont atteint 412,000 dollars en 1966, à l'exclusion des frais de rassemblement des données. Elles ont été fortement augmentées en 1967 en raison de l'existence du nouveau programme fédéral d'étude des Grands Lacs. Un article de W. C. Ackermann, président de l'American Geophysical Union, indique qu'une grande partie des recherches accomplies aux États-Unis dans le domaine de l'eau ont été orientées vers la résolution des problèmes présentés par les régions aux ressources marginales, négligeant les ressources hydriques principales. La même remarque s'applique au Canada. Il déclare ce qui suit: «Les Grands Lacs peuvent être définis comme une richesse naturelle unique dont on a usé et abusé»<sup>3</sup>. On a dépensé au Canada, en 1966, 70 millions de dollars pour la construction de darses, de débarcadères, de quais et de brise-lames, principalement dans les lacs. Ces ouvrages auraient dû être conçus à l'aide de données plus précises que celles que nous possédons au sujet des courants et de la force des vagues. 430 millions de dollars ont été dépensés pour la création de barrages-réservoirs, dont le lac de retenue a certaines caractéristiques thermiques et dynamiques, y compris un régime des vents et de la houle, qui auraient dû influencer le tracé de

<sup>3</sup> W. C. Ackermann, «Research Problems in Hydrology and Engineering», article publié dans *Water Research*, John Hopkins Press, 1966.

l'ouvrage de retenue. 370 millions ont été immobilisés pour la construction de réseaux de distribution d'eau et de réseaux d'égout, tirant de l'eau de lacs ou l'y rejetant, sans que nous ayons une connaissance suffisante des températures de l'eau et des courants qui vont disséminer les polluants. Bref, en raison de l'importance spéciale des lacs au Canada, notre pays devrait devenir un chef de file en recherches limnologiques, physiques et chimiques.

Le Comité, prenant en considération tous ces facteurs, a recommandé que le financement de cette spécialité croisse plus rapidement que la moyenne du financement des recherches dans le domaine de l'eau, et il a proposé que les dépenses atteignent 1.4 million de dollars en 1972-1973. On doit remarquer que les universités et les organismes fédéraux s'occupant de recherches limnologiques mènent aussi d'importants programmes de recherches qui rentrent dans d'autres spécialités, y compris celles du cycle général de l'eau (201), des précipitations (202), de l'évaporation (204) de la cryologie (203), de l'érosion et de la sédimentation (210), des phénomènes chimiques (211), de l'identification des polluants (501), de l'origine et de l'évolution de la pollution (502), des conséquences de la pollution, y compris l'eutrophication (503) et de l'exploitation des ouvrages hydrauliques (803). Bien que les grands lacs du Bouclier canadien doivent évidemment constituer le foyer de ces recherches en raison de leur importance économique, on devrait encourager les universités et les organismes gouvernementaux à étendre leurs recherches pour acquérir les connaissances relatives aux autres lacs, grands et petits et aux réservoirs de retenue du Canada.

#### **Spécialité (sous-catégorie) 209—L'eau et les végétaux**

Bien qu'un montant considérable de recherches ait été réalisé dans les organismes canadiens d'agriculture et dans les universités pour l'amélioration du rendement des récoltes par la modification ou l'utilisation optimale des précipitations et de l'humidité du sol, seule une faible proportion de cet effort scientifique a été orienté spécialement vers l'étude des besoins des plantes et de l'interception des précipitations par la végétation. Les États-Unis en ont fait un domaine principal de recherches, et quelques-uns des concepts fondamentaux et des techniques mises au point peuvent être adaptés aux besoins canadiens. Le Comité a estimé que les recherches en ce domaine devraient être renforcées, et il a recommandé que les dépenses passent de 85,000 dollars actuellement à 280,000 dollars en 1972-1973.

#### **Sous-catégorie 210—Érosion et sédimentation**

L'érosion des sols arables est due en général à l'action des eaux en mouvement. On estime que 25 pour cent des terres arables du Canada ont été atteintes plus ou moins sérieusement par l'érosion<sup>4</sup>. Il est donc nécessaire que nous possédions une bonne connaissance de ce phénomène affectant les

---

<sup>4</sup> A. Leahey, «Appraisal of Canada's Land Base for Agriculture . . .», *Comptes rendus de la conférence des ressources de l'avenir*, Imprimeur de la Reine, 1961.

sols du Canada pour que nous puissions élaborer les protections qui conviennent. Nos cours d'eau des Prairies et dans les autres régions agricoles transportent des charges solides et déposent des matériaux sédimentaires dans les réservoirs, réduisant ainsi leur capacité utile. La construction d'éléments d'ouvrages tels que les piles de ponts dans les rivières et les lacs déplace les endroits d'affouillement et de dépôt des sédiments. L'ignorance des détails du phénomène lors du tracé peut entraîner un affouillement de l'élément ou la nécessité de faire de coûteux dragages. Le Comité consultatif a estimé que ce domaine de la recherche était important mais non crucial et il a recommandé qu'on réalise un financement croissant quelque peu plus lentement que la moyenne et que les dépenses actuelles, soit 250,000 dollars par an, soient accrues jusqu'à 570,000 dollars en 1972-1973. Les recherches orientées particulièrement vers la diminution de l'érosion et de la sédimentation seront examinées avec la sous-catégorie 507, protection de la qualité des eaux.

### **Sous-catégorie 211—Phénomènes chimiques**

Les recherches dans le domaine des interactions chimiques entre l'eau et son milieu naturel sont en étroites relations avec les recherches fondamentales sur les solutions aqueuses (102), avec les études sur les eaux souterraines (206) et avec diverses catégories d'améliorations de la qualité des eaux. L'eau de pluie contient déjà quelques sels dissous et des matières en suspension, et son ruissellement en surface, puis sa pénétration dans le sol permettent au solvant universel qu'est l'eau de dissoudre encore d'autres matériaux. La composition chimique de l'eau peut ainsi servir à déterminer par où elle a passé, et à accumuler des données sur les mouvements de l'eau au cours du cycle hydrologique. La plupart des travaux réalisés en ce domaine au Canada sont dus aux spécialistes des eaux souterraines, et très peu de recherches ont été consacrées à la composition chimique de l'eau de pluie qui est au point de départ du processus. Les recherches en ce domaine sont très utiles pour prévoir et empêcher l'accumulation possible des sels dans les zones irriguées et pour comprendre les répercussions de l'introduction de déchets d'origine humaine (polluants) sur la composition chimique de l'eau des lacs et des rivières.

On devrait accroître les recherches en ce domaine où le financement est très faible, soit 29,000 dollars en 1966, et le porter à environ 140,000 dollars vers 1972-1973.

### **Sous-catégorie 212—Questions estuariennes**

Les estuaires constituent un champ d'études tant pour les océanographes que pour les spécialistes de l'hydro-économie, mais à des points de vue différents. L'exploitation des ressources en eau douce dans les régions estuariennes pose des problèmes spéciaux. Ils comprennent l'action des marées sur le débit de la rivière, les répercussions sur les plages côtières de l'existence de barrages-réservoirs en amont, qui capturent les matériaux en suspension dans

l'eau, et la pénétration de l'eau salée due à la diminution de l'écoulement des eaux douces. Il est en outre difficile de prévoir les déplacements et la dispersion des polluants en raison de l'existence d'un système complexe de courants dans les estuaires, dûs aux vents, aux marées et au courant de la rivière.

Aucun de ces problèmes n'a atteint des proportions alarmantes au Canada. C'est pourquoi le Comité consultatif a estimé qu'il serait suffisant d'étendre légèrement les recherches, dont le financement atteignait 218,000 dollars, afin que nous ayons le groupe d'experts qui nous permettront de profiter des recherches beaucoup plus importantes réalisées dans d'autres pays pour résoudre nos problèmes d'eaux douces estuariennes sur les littoraux atlantique et pacifique.

### **Catégorie 300—Accroissement et protection des approvisionnements en eau**

Les recherches dans cette catégorie principale sont orientées vers la production de quantités d'eau plus importantes que précédemment pour les besoins de la collectivité, et pour la réduction des besoins en eau des consommateurs domestiques, industriels et agricoles. Le Canada n'a entrepris qu'un nombre assez limité de recherches en ce domaine parce qu'il y a eu peu de disettes d'eau à l'échelon régional, si l'on excepte certaines régions des Prairies. Cependant le coût d'adduction des eaux à partir de l'approvisionnement le plus rapproché devient un facteur limitatif dans un certain nombre de régions en dehors des Prairies; il semble que quelque augmentation du financement des travaux dans cette catégorie soit justifiée. Le Comité recommande que le pourcentage du financement global des recherches affecté à ce domaine passe de 5 à 6 pour cent. Les États-Unis consacrent un pourcentage de 30 pour cent à cette catégorie, en y incluant les recherches sur le dessalement des eaux, mais en excluant l'augmentation artificielle des précipitations, qui est englobée dans le pourcentage canadien.

### **Sous-catégorie 301—Dessalement des eaux**

La plupart des recherches menées au Canada en ce domaine intéressent les Prairies, où de nombreuses nappes souterraines sont très saumâtres. En raison de l'effort scientifique considérable des États-Unis qui y ont consacré 28 millions de dollars de fonds fédéraux en 1967, il semble que le Canada puisse importer les connaissances scientifiques et technologiques nécessaires pour répondre aux besoins tels que ceux des régions des Prairies. Cependant, comme le mentionnait Bergmann, (paragraphe V.2) tout pays qui veut importer des connaissances technologiques doit posséder un corps d'experts en la matière. La meilleure méthode pour y parvenir est d'avoir un modeste programme permanent de recherches.

Le Comité consultatif propose qu'on réalise une légère augmentation des dépenses en ce domaine, qui passeraient de 72,000 dollars en 1966-1967 à environ 110,000 dollars en 1972-1973, soit une somme suffisante pour subventionner quatre chercheurs scientifiques travaillant à plein temps.

### **Sous-catégorie 302—Amélioration des apports d'eau des bassins versants**

On a démontré de manière définitive en Europe, en Afrique orientale et aux États-Unis que l'abattage des forêts et les méthodes d'exploitation rationnelle de la neige peuvent accroître le bilan hydrologique des bassins versants de façon notable et modifier la répartition chronologique du ruissellement. L'endroit le plus approprié pour entreprendre ces recherches et cette exploitation au Canada se trouve sur les pentes orientales des Montagnes Rocheuses, dans les cours supérieurs des rivières Saskatchewan-Nord et Saskatchewan-Sud qui alimentent les réseaux d'irrigation, les réseaux de distribution et les installations hydro-électriques des Prairies assoiffées. L'effort scientifique le plus important en ce domaine est accompli en Alberta, par le programme de l'ESAWRP (East Slopes (Alberta) Watershed Research Program). Les problèmes soulevés par la classification des recherches ont causé quelques difficultés ici. Bien que le but final de l'ESAWRP soit d'améliorer les bilans hydrologiques, la plupart des recherches multidisciplinaires mentionnées dans le présent sondage ont été classées dans ses rubriques diverses, telles l'évaporation et l'évapotranspiration, la cryologie, l'érosion et la sédimentation, plutôt que dans la présente spécialité qui consiste en un groupement de diverses disciplines. Il est cependant bien évident que les résultats de ces recherches en Alberta produiront d'importants avantages sous forme d'accroissement du bilan hydrologique dans les régions où l'on a besoin d'eau. Des recherches similaires seraient très utiles dans les vallées de l'intérieur de la Colombie-Britannique, en Ontario méridional et dans le bassin hydrographique de la rivière Saint-Jean au Nouveau-Brunswick. Cependant on peut profiter largement des recherches poursuivies ailleurs en ce domaine.

Les recherches sur la suppression de l'évaporation de l'eau des réservoirs grâce à des films minces n'a que des applications limitées, surtout pour les petits réservoirs des Prairies, mais on devrait subventionner un programme de recherches suffisant en ce domaine pour que nos scientifiques soient au courant des nouveautés réalisées en Australie, aux États-Unis et ailleurs, et qu'ils puissent adapter aux conditions canadiennes les techniques prometteuses qui apparaîtraient.

Le Comité consultatif s'est appuyé sur ces considérations pour recommander un quadruplement ou un quintuplement du financement des recherches dans cette spécialité, pour atteindre 400,000 dollars en 1972-1973. Les recherches dans cette spécialité sont en relations étroites avec les spécialités 401 (contrôle et gestion des eaux de surface), 403 (répercussions de l'activité humaine sur les eaux) et 507 (amélioration de la qualité des eaux).

### **Sous-catégorie 303—Utilisation des eaux dégradées**

Très peu de recherches à ce sujet ont été rapportées pour le sondage de 1966, les dépenses totales ayant atteint 5,000 dollars pour la réalisation d'un

projet d'utilisation industrielle d'eaux de mauvaise qualité. Cependant l'étude des méthodes d'utilisation des eaux saumâtres dans les régions agricoles et l'étude de la tolérance des cultures envers le sel seraient de valeur considérable pour les Prairies, et compléteraient les recherches sur le dessalement des eaux saumâtres.

Le Comité consultatif a estimé qu'il faudrait accroître le financement des recherches dans cette spécialité jusqu'à environ 70,000 dollars aux environs de 1972-1973, pour subventionner les recherches de deux ou trois scientifiques travaillant à temps plein.

#### **Sous-catégorie 304—Épargne des eaux domestiques**

Le seul travail réalisé dans ce domaine au Canada est une étude d'un organisme provincial en vue de mettre au point une alimentation en circuit fermé d'une maison par les emplois successifs d'une quantité d'eau limitée. Cette réalisation pourrait avoir d'importantes applications pour les logements des régions septentrionales. Les États-Unis dépensent aussi peu d'argent dans ce domaine, mais ils projettent d'augmenter le financement qui atteindrait 500,000 dollars en 1970-1971.

Le Comité recommande que le Canada alloue environ 70,000 dollars à ces recherches en 1972-1973, c'est-à-dire suffisamment pour les travaux de deux ou trois scientifiques recherchant les moyens pratiques de réduire la consommation domestique des eaux et les méthodes permettant de réduire les fuites des réseaux municipaux de distribution des eaux.

#### **Sous-catégorie 305—Épargne des eaux industrielles**

Dans certains cas la réduction des quantités d'eau nécessaires à l'industrie par une modification des techniques de fabrication et le recyclage des eaux non seulement diminue la consommation, mais réduit également la charge en matières polluantes dont l'industrie se débarrasse. Un seul programme a été rapporté en 1966, d'un coût de 4,500 dollars.

Les sociétés industrielles devraient être encouragés à accroître leurs efforts dans cette direction au cours des six prochaines années pour atteindre un financement de 100,000 dollars par année, de façon que le Canada puisse profiter de l'existence d'un programme dix fois plus important aux États-Unis.

#### **Sous-catégorie 306—Épargne des eaux agricoles**

Dans les conditions habituelles, les réseaux d'irrigation livrent à la plante un peu plus de la moitié de l'eau soutirée à la rivière, au réservoir, ou à la strate aquifère. L'irrigation est caractéristique des régions assoiffées, et l'épargne d'une partie de cette eau pour d'autres utilisations, telles que la génération d'énergie électrique, aurait un intérêt considérable. Les recherches récentes concernant l'utilisation de produits chimiques comme l'atrazine, qui est pulvérisée sur les feuilles de végétaux et en réduit la transpiration, ouvre

une voie prometteuse pour la réduction de la consommation en eau des plantes cultivées dans les régions où l'eau est rare. Les techniques d'irrigation après observation directe ou estimation du degré d'humidité des sols peuvent contribuer à l'épargne des approvisionnements d'eau. Les recherches dans ce domaine sont, bien entendu, en relation étroite avec la spécialité 209, l'eau et les végétaux.

Le Comité consultatif a recommandé que le financement de ces recherches soit quadruplé entre 1966-1967 et 1972-1973, et atteigne 340,000 dollars par an.

### **Sous-catégorie 307—Modifications climatiques locales**

Les modifications climatiques peuvent être considérées comme faisant partie du domaine météorologique, et le rapport du Secrétariat des sciences traitant de la «Physique au Canada» les mentionne<sup>5</sup>. Cependant deux types de modifications climatiques sont prises en considération dans le présent rapport en raison de leur importance spéciale pour l'aménagement et l'exploitation rationnelle de nos ressources hydriques. La première est le déclenchement des précipitations par ensemencement des nuages et l'autre est l'effet des ouvrages tels que les réservoirs sur le bilan hydrologique local, et particulièrement sur l'évaporation. Bien qu'on reconnaisse, comme il est déclaré dans le rapport sur la Physique au Canada, que nous ne pouvons espérer nous maintenir au même rang que les États-Unis qui ont un vaste programme en ce domaine, nous ne pouvons nous permettre de n'avoir aucun expert sur l'ensemencement des nuages pour le déclenchement des averses. Tout d'abord, des accroissements importants des précipitations semblent possibles dans certaines régions, et particulièrement dans les régions à relief tourmenté. Deuxièmement, comme de nombreuses opérations d'ensemencement des nuages ont lieu aux États-Unis, près de la frontière canadienne, nous devons avoir les experts nécessaires pour évaluer leurs effets sur notre pays et sa population. Les recherches canadiennes dans cette spécialité peuvent être des recherches d'adaptation, car les travaux in situ sont très coûteux.

Les modifications dans le bilan hydrologique local au voisinage des réservoirs sont des phénomènes locaux, mais qui ont beaucoup d'importance pour les régions concernées. Cette question mérite qu'on lui consacre quelques recherches.

Le Comité consultatif, après avoir pris ces facteurs en considération, recommande l'augmentation du financement des recherches sur les conséquences hydro-économiques des modifications climatiques locales à la même vitesse que celui des recherches dans le domaine de l'eau en général, et de le faire passer de 173,000 dollars en 1966-1967 à 410,000 dollars en 1972-1973.

---

<sup>5</sup>D. C. Rose, et groupe d'études du CAP, *Physics in Canada. Survey and Outlook*, Étude spéciale n° 2, Secrétariat des sciences, Ottawa, Imprimeur de la Reine, 1967.

## **Catégorie 400—Gestion et contrôle des masses d'eau**

Cette catégorie de recherches concerne le contrôle et la gestion des eaux par des moyens autres que les ouvrages hydrauliques, les répercussions de plus en plus gênantes des activités humaines, telles que l'exploitation des forêts, la construction des villes, l'établissement des routes, sur le volume des eaux. Les recherches dans cette catégorie absorbent actuellement moins de 4 pour cent du financement des recherches dans le domaine de l'eau, et le Comité recommande que cette proportion soit légèrement augmentée pour atteindre 5 pour cent.

### **Sous-catégorie 401—Contrôle et gestion des eaux de surface**

Ce domaine de recherches est divisé en deux secteurs en relations étroites: 1) le drainage de l'excès d'eau des terres de culture et 2) la conservation des eaux près du lieu des précipitations, par l'aménagement des terres. Ce dernier secteur est en relations étroites avec l'amélioration du bilan hydrologique (302), mais il a des objectifs différents. La plupart des terrains agricoles du Canada seraient plus productifs s'ils étaient drainés et 2 millions d'acres de terres cultivables pourraient être utilisées à la suite des mêmes travaux. Ces derniers coûtent fort cher. Les recherches sur l'espacement optimal des drains et leur profondeur d'enfouissement, sur les méthodes de construction économiques etc., tenant compte de la pénétration du gel dans les sols canadiens, amélioreraient le rendement de ces installations de drainage.

Les méthodes utilisées pour augmenter la capacité de rétention des terres peuvent améliorer la productivité agricole et réduire l'érosion du sol et la charge solide transportée par les cours d'eau. D'autres recherches sont nécessaires au sujet des principes physiques et hydrauliques sur lesquels s'appuie le remodelage de la surface des terrains par l'aménagement de terrasses, de rangs de plantes, et particulièrement des méthodes permettant d'y parvenir par l'utilisation de machines agricoles modernes.

Les dépenses canadiennes dans cette spécialité ont atteint 129,000 dollars en 1966, et le Comité recommande un triplement de ce financement pour 1972-1973.

### **Sous-catégorie 402—Gestion des eaux souterraines**

Environ 20 pour cent des eaux utilisées dans les foyers du Canada sont des eaux d'origine souterraine. On a souligné, à la spécialité 206, la nécessité d'avoir un programme permanent important pour l'étude fondamentale du comportement des eaux souterraines. Cependant, on doit aussi orienter des recherches vers l'exploitation rationnelle de cette richesse considérable et largement inexploitée. Les eaux souterraines des aquifères ne subissent pas d'évaporation, de variations de température et de qualité, et d'autres modifications qui nuisent à la qualité de l'eau des réservoirs de surface. On a spécialement besoin d'entreprendre des recherches sur la réalimentation artificielle des aquifères en vue d'utiliser au maximum ces réservoirs souterrains,

sur l'utilisation conjuguée des aquifères et des réservoirs de surface, et les conséquences des programmes d'irrigation pour la réalimentation des nappes souterraines.

Seulement 1,400 dollars ont été dépensés en 1966 pour les recherches dans cette sous-catégorie. Le Comité consultatif a recommandé une importante augmentation pour porter le financement à 280,000 dollars en 1972-1973.

#### **Sous-catégorie 403—Répercussions de l'activité humaine sur les eaux**

En 1966, 72 pour cent de la population canadienne vivait dans les agglomérations de 1,000 habitants et plus, et 48 pour cent vivait dans des villes de plus de 100,000 habitants. La croissance urbaine s'est produite au Canada à une vitesse plus grande que dans tout autre pays industrialisé, et l'on pense que la population urbaine atteindra les 81 pour cent du total des 25 millions d'habitants de 1980. L'asphaltage des rues et des routes reliant les villes, l'installation de toitures sur les bâtiments et les autres modifications de la couverture du sol causées par l'urbanisation, influencent profondément le régime des cours d'eau et des ruisseaux qui drainent les régions urbaines. Les crues sont plus brutales et plus fréquentes; les étiages sont plus faibles et plus fréquents. A leur tour, ces changements influencent les critères de calcul d'innombrables caniveaux, égouts pluviaux, ponts, etc., transportant ou croisant ces cours d'eau. Cependant, peu de données pertinentes sont disponibles pour établir au mieux des critères de calcul pour l'ingénierie d'ouvrages valant 42 millions de dollars en 1966 et 85 millions de dollars en 1980. De même, les effets qualitatifs de l'exploitation forestière sur la répartition de l'écoulement sont bien connus mais on ne possède pas assez de données pour prévoir les effets de méthodes d'exploitation forestière sur les sécheresses et les crues dans un bassin versant particulier.

Les recherches sur ces effets involontaires mais profonds devraient être étendues, et leur financement porté de 170,000 dollars en 1966 à 550,000 dollars en 1972-1973, soit un peu plus que la croissance moyenne.

#### **Catégorie 500—Gestion et protection de la qualité des eaux**

C'est peut-être pour les recherches dans le domaine de la lutte contre la pollution qu'il est le plus difficile de formuler des recommandations adéquates. Le Comité consultatif a bénéficié des conclusions présentées dans les comptes rendus et les recommandations de la Conférence nationale sur «La pollution et notre milieu environnant» tenue en 1966 par les ministres canadiens des ressources naturelles. Les recommandations énoncées dans le présent rapport ont été influencées par les conclusions de la Conférence.

En outre, le rapport des experts-conseils à ce sujet, P. H. Jones, D<sup>r</sup> ès sc. et A. D. Stanley, D<sup>r</sup> ès sc., a aidé le Comité à élaborer ses recommandations.

Les recherches en amélioration et protection de la qualité des eaux sont un très important domaine de la recherche au point de vue social et économi-

que, et qui reçoit un puissant soutien du public. Le Canada est encore au point où les programmes bien conçus de recherches et de dépollution peuvent éviter la pollution globale des eaux qui afflige certaines parties des États-Unis. On estime que ces derniers devront dépenser de 26 à 29 milliards de dollars au cours des cinq prochaines années pour obtenir des eaux propres<sup>6</sup>.

Comme nous l'avons indiqué au IV<sup>e</sup> chapitre, les immobilisations de 1966 pour la filtration des eaux et l'épuration des eaux résiduelles ont atteint 400 millions de dollars, et ces immobilisations atteindront 1 milliard de dollars en 1978-1979.

On doit savoir en même temps que des techniques sont disponibles pour réduire de façon importante la pollution des eaux qui frappe nos régions les plus densément peuplées. En outre, un vaste programme de recherches est en cours de réalisation aux États-Unis, et la plupart des résultats et des techniques mises au point sont directement applicables au Canada. Les dépenses des organismes américains dans ce domaine seulement devraient atteindre 54 millions de dollars en 1970-1971, dont 37 millions seront consacrés aux spécialités d'épuration des eaux résiduelles, d'entreposage final des boues, de traitement des eaux et de protection de la qualité des eaux, dont les techniques sont facilement adaptables. Il est bien entendu indispensable que le Canada continue la réalisation des importants programmes de recherches dans ces spécialités, en vue de former les groupes d'experts nécessaires pour adapter les nouveautés techniques aux conditions particulières au Canada, et pour entreprendre des recherches sur les problèmes spéciaux au Canada, causés par le climat, l'existence de pergélisol et d'autres facteurs. Cependant, la plus forte augmentation du financement dans le domaine de la lutte contre la pollution doit favoriser les recherches sur les conséquences de la pollution pour le milieu environnant, l'origine et l'évolution de la pollution et ses effets sur le milieu.

Un important programme de recherches est en cours de réalisation dans la catégorie principale 500, et les dépenses y atteindront 2.5 millions de dollars en 1966. Le Comité consultatif recommande que le financement des recherches en ce domaine s'accroisse à une vitesse très légèrement moindre que la moyenne de 20 pour cent par an, qu'il triple d'ici 1972-1973 et qu'il atteigne 23 millions de dollars vers 1978. La spécialité 501, identification des polluants, et les spécialités 502 et 503, concernant le milieu environnant, devraient recevoir la plus grosse part de cette augmentation.

#### **Sous-catégorie 501—Identification des polluants**

Il est évidemment essentiel, autant pour le maintien de la qualité de l'eau que pour observer les normes de qualité prévues, de disposer de méthodes sûres pour déterminer la présence et la concentration des corps polluants.

---

<sup>6</sup> Bureau fédéral de la lutte contre la pollution des eaux aux É.-U. «Cost of Clean Water», rapport au Congrès américain, 1967.

On voit apparaître chaque année de nombreux composés chimiques nouveaux destinés à répondre à des besoins variés. Beaucoup de ces produits aboutissent finalement dans nos eaux où ils jouent le rôle de nouveaux éléments polluants. Il est constamment nécessaire de mettre au point de nouvelles techniques d'analyse permettant d'identifier ces éléments et de mesurer leur concentration. Il est en outre indispensable de continuer à améliorer les méthodes de détection et de mesure des concentrations applicables aux corps polluants «traditionnels». Les méthodes de détection susceptibles d'être appliquées immédiatement sur les lieux sont particulièrement intéressantes. Dans cette sous-catégorie les Canadiens peuvent en confiance faire largement appel aux méthodes analytiques mises au point dans d'autres pays; étant donné l'importance de la question, il importe cependant que nous exécutions au Canada des travaux de recherche continus et substantiels.

Il est proposé que les dépenses de recherche relatives à l'identification des corps polluants passent du niveau de 1966, soit 114,000 dollars, à environ 580,000 dollars en 1972-1973. Il conviendrait d'encourager les industries qui introduisent sur le marché de nouveaux composés chimiques à entreprendre les études nécessaires pour mettre au point des méthodes analytiques applicables à la détection des corps en question dans l'eau.

#### **Sous-catégorie 502—Origine et Évolution de la pollution**

Chaque lac ou cours d'eau dans lequel des déchets liquides sont déversés diffuse ces derniers d'après les caractéristiques des courants et la turbulence du courant. La capacité limitée des masses d'eau de se purifier par elles-mêmes joue également un rôle important. Des essais ont été effectués à l'aide de modèles mathématiques; on se proposait de prévoir les concentrations en éléments polluants en un point quelconque d'un cours d'eau ou d'un lac, étant donné divers types de déversements de corps polluants le long des masses d'eau. Les résultats se sont avérés prometteurs. Des techniques de ce genre permettront d'établir des normes de qualité plus précises à l'endroit d'amenée des effluents en vue d'obtenir ensuite un standard donné de qualité dans la masse d'eau principale. Malheureusement peu de recherches de cette nature ont été effectuées sur les eaux canadiennes et, s'il doit en être exécuté,—comme il est nécessaire—elles devront l'être dans notre pays. Quelques-unes des sources de pollution sont constituées par les décharges industrielles et municipales mais il existe d'autres sources moins bien définies et diffuses. Quel degré d'importance représentent, comme source de pollution, les sels utilisés pour améliorer la traction pendant l'hiver sur les routes glacées, les fertilisants employés sur les terres de ferme, les jardins et les gazons, les déchets animaux provenant des régions agricoles et les fosses septiques? Il est nécessaire d'intensifier la recherche sur l'importance et la nature de ces sources de pollution dans les conditions canadiennes. Il est également nécessaire d'étudier d'une manière plus approfondie les

effets des couches de glace recouvrant les lacs et les cours d'eau sur la concentration et la dispersion des éléments polluants.

Le Comité Consultatif a considéré que cette sous-catégorie exige, dans la catégorie anti-pollution, l'extension la plus rapide, le coefficient d'augmentation proposé pour 1972-1973 étant d'environ six. En 1966 les dépenses se sont élevées à 267,000 dollars, la contribution de la recherche industrielle constituant la plus grande part de ce total.

#### **Sous-catégorie 503—Conséquences de la pollution**

Parmi les normes de qualité et les objectifs que nous demandons aux industries d'appliquer et de poursuivre, beaucoup sont déterminés d'après notre connaissance actuelle et limitée des effets des divers corps polluants sur la vie animale et végétale des masses d'eau qui les reçoivent. Une meilleure connaissance de ces effets aiderait à perfectionner nos normes de qualité. Les corps polluants, spécialement les nitrates et phosphates utilisés comme fertilisants, accélèrent les processus naturels de vieillissement et l'eutrophisation des lacs, mais leur mode d'action est mal connu. Lors de leur décomposition, les floraisons d'algues empoisonnent les plages et les prises d'eau; elles sont dues à une hyperfertilisation des masses d'eau, mais la chaîne des réactions qui se produisent n'est encore que partiellement comprise. Dans les lacs hyperfertilisés tels que le lac Érié, la nature exécute une expérience que nous devons bien observer, en apprenant également à nous rendre maître de la situation.

Les décharges, dans les lacs et les cours d'eau, d'eau très chaude provenant des sources classiques et des centrales d'énergie nucléaire semblent devoir constituer un problème d'importance majeure. Le réacteur nucléaire de Douglas Point pompe dans le lac Huron 200,000 gallons par minute à une température supérieure de 20°C à celle de la prise d'eau et, d'après les standards modernes concernant les plans de centrales, il ne s'agit que d'une très petite usine. Les effets potentiels sur les eaux réceptrices et sur les formes de vie qu'elles abritent devraient faire l'objet de recherches intensives avant que le problème n'acquière des proportions inquiétantes.

Des recherches d'envergure sont en cours dans ce domaine à l'Institut des Grands Lacs, à l'Université de Toronto, l'Institut d'eau douce du Bureau de recherches des pêcheries, à Winnipeg, et au Centre canadien des eaux intérieures à Burlington. Il est proposé, pour la recherche dans cette sous-catégorie, une augmentation portant le chiffre de 475,000 dollars en 1966-1967 à environ 1,600,000 dollars en 1972-1973.

#### **Sous-catégorie 504—Méthodes de traitement des eaux usées**

Beaucoup de municipalités canadiennes de faible importance considèrent que le coût actuel des usines de traitement des eaux usées constitue une charge très lourde pour la trésorerie de la ville. Des améliorations dans l'efficacité des processus classiques de traitement ou la mise au point de

nouveaux procédés permettant d'exécuter le même travail à la fois mieux et à meilleur compte présenteraient un grand intérêt économique et social. De nombreux corps contaminants, organiques ou inorganiques, résistent en outre aux procédés de traitement disponibles aujourd'hui; il est donc nécessaire de mettre au point de nouvelles techniques permettant d'extraire ces contaminants avant que l'eau rénovée ne soit retournée au lac ou au cours d'eau. Une importance particulière s'attache à la mise au point de méthodes moins coûteuses d'extraction des corps nutritifs tels que phosphates et nitrates qui accélèrent la croissance des algues et l'eutrophisation. A cause de leur nature spéciale, les déchets industriels exigent d'ordinaire des processus spéciaux de traitement. La mise au point de modes de traitement adéquats des déchets devrait être considérée comme une condition préalable à l'introduction de nouveaux processus industriels donnant naissance à de nouveaux types de déchets. Heureusement pour les canadiens, de nombreuses recherches sur les procédés de traitement des déchets sont en cours d'exécution particulièrement en Europe et aux É.-U. On estime qu'en 1967-1968 le gouvernement fédéral des États-Unis aura dépensé 13 millions de dollars dans cette catégorie et on s'attend à ce que ce montant s'élève à 21 millions de dollars en 1970-1971. La plus grande partie de cette recherche est immédiatement applicable aux conditions canadiennes.

L'industrie s'est placée à la tête de la recherche dans cette sous-catégorie au Canada. Elle a en effet investi 576,000 dollars sur un total de dépenses de 933,000 dollars en 1966. Les industries et d'autres secteurs devraient être encouragés à augmenter leurs efforts dans cette sous-catégorie; étant donné la possibilité d'importer les résultats des recherches dans ce domaine, un modeste taux d'accroissement portant le total à environ 1,700,000 dollars en 1972-1973 est recommandé.

#### **Sous-catégorie 505—Destination finale des résidus de traitement**

Les usines de traitement des eaux usées dans nos plus grandes villes produisent de grandes quantités de résidus solides et liquides qui ne peuvent être retournés aux cours d'eau mais dont on doit disposer par d'autres moyens. Il est nécessaire de trouver des moyens de les emmagasiner sous terre d'une manière définitive ne permettant pas de fuites ultérieures des contaminants dans les nappes d'eau du sol ou dans les cours d'eau.

Bien qu'important, ce problème n'est pas considéré comme aussi urgent que les autres dans la catégorie de l'anti-pollution. On a donc considéré que des dépenses totales de recherches s'élevant à environ 150,000 dollars en 1972-1973 conviennent à la situation.

#### **Sous-catégorie 506—Purification de l'eau**

La purification de l'eau en vue des usages domestiques et industriels constitue l'autre face de la médaille du traitement des eaux usées. Plus celles-ci sont traitées d'une manière efficace et complète, moins l'eau néces-

site un traitement. Le traitement de l'eau est en général simple et efficace lorsqu'il existe une eau primaire de bonne qualité. Pour être réaliste, cependant, on doit remarquer qu'un mode de traitement complet des eaux usées ne sera pas mis au point dans l'avenir et que les sources diffuses de pollution telles que les terres d'agriculture continueront à croître en importance. La recherche de méthodes moins coûteuses de purification de l'eau en s'attachant particulièrement à l'extraction des contaminants spéciaux tels que pesticides est susceptible de procurer de grands avantages économiques. Des sommes importantes sont en effet dépensées chaque année par les municipalités et l'industrie pour le traitement de l'eau.

Dans ce domaine également les procédés mis au point ailleurs sont immédiatement applicables au Canada. Nous n'en devons pas moins intensifier notre effort de recherche en vue de disposer des connaissances nécessaires pour faire l'usage optimal des résultats de la recherche et de la technologie étrangères. Le Canada n'a dépensé dans ce domaine que 31,000 dollars en 1966; on recommande un soutien assez important pour pouvoir subventionner en 1972-1973 environ cinq spécialistes de la recherche travaillant à plein temps, ce qui représente environ 150,000 dollars.

#### **Sous-catégorie 507—Amélioration de la qualité des eaux**

Sous un certain angle cette question joue le rôle de catégorie-dépotoir pour les particularités de la recherche anti-pollution non couvertes dans les catégories 501-506. Elle comprend en particulier la recherche sur les moyens d'enrayer la pollution engendrée par les déchets des fermes et des animaux et les pesticides, les méthodes visant à minimiser les effets produits par les déchets sur les approvisionnements en eau du sol, la réduction de la pollution due aux systèmes combinés d'égouts pluviaux et d'égouts sanitaires (problème grave dans quelques centres canadiens d'importance majeure tels que Toronto) et le contrôle des processus biologiques dans les lacs et les réservoirs avec «moisson» des éléments polluants en vue de diminuer leurs effets. L'application à ces domaines de techniques de dépollution «non classiques» donnant satisfaction, elle peut permettre à l'économie de nombreux millions de dollars dans les usines de traitement classique et nous aider à faire face aux problèmes dont la solution échappe aux usines municipales ou industrielles de traitement.

Quelques-uns de ces problèmes seront en grande partie résolus en utilisant la recherche et la technologie étrangères. Il existe cependant un grand nombre de problèmes auxquels le Canada doit s'attaquer. Une augmentation en six ans d'environ 100 pour cent sur les dépenses de 1966 qui s'élevaient à 658,000 dollars est recommandée.

#### **Catégorie 600—Aspects économiques, sociaux et institutionnels**

Lorsqu'il avait à prendre des décisions relatives aux priorités dans l'exploitation des ressources hydrauliques et à leurs implications économi-

ques et sociales, le Canada s'est généralement contenté de se reposer sur la sagesse accumulée des administrateurs dans le domaine concerné mais ne leur a guère fourni d'outils empruntés aux sciences sociales et destinés à les assister dans le choix d'une décision. A mesure qu'augmente la complexité de notre économie, on ne saurait continuer à croire que cette situation conduit à des décisions prises dans le meilleur intérêt des contribuables ou des compagnies. Très peu de recherches sont actuellement en cours au Canada sur les aspects que présente l'exploitation des ressources hydrauliques sous le rapport de la planification, de l'économie, du droit, de la sociologie et des institutions. Pour cette raison et à cause de la nécessité absolue de placer entre les mains des administrateurs des eaux canadiennes des outils plus précis et plus complexes, le Comité Consultatif a proposé une étude spéciale de ce domaine par une équipe d'experts de premier plan. Le rapport complet de cette équipe, à la tête de laquelle se trouvait le D<sup>r</sup> W. R. D. Sewell de l'Université de Victoria, est intégralement reproduit à la suite de la partie principale du présent rapport et il n'est pas nécessaire d'en donner ici une étude étendue. Les recommandations générales émises par le Comité Consultatif et les conseillers au sujet du niveau d'effort désirable dans le domaine en question sont également incluses, à la fois par souci d'information et pour fournir une vue perspective de l'importance relative attachée à ce domaine. On recommande que la recherche dans cette catégorie essentielle bénéficie d'une augmentation de subvention suivant un taux environ double du taux moyen adopté pour toutes les catégories de recherches dans le domaine de l'eau. Ceci porterait les dépenses s'élevant actuellement (1966) à 279,000 dollars à environ 1,500,000 dollars en 1972-1973. Les conseillers recommandent que sur le montant total pour 1971-1972, au moins 300,000 dollars soient consacrés à la recherche dans les universités. Il pourrait exister une tendance à considérer ce domaine de recherche comme constituant un élément relevant presque entièrement des organismes planificateurs provinciaux ou fédéraux. Mais il est important de reconnaître que dans certains cas des recherches originales ayant une relation avec le droit, les institutions existantes et l'économie, peuvent être effectuées plus aisément dans la communauté académique ou par des conseils que par des chargés de recherche dans le cadre des organisations existantes. On recommande de porter une attention spéciale aux procédés d'évaluation (602) à la détermination des besoins en eau (604) et aux rapports avec les institutions existantes (606).

#### **Catégorie 700—Données concernant les ressources en eau**

La base d'une estimation quelconque des ressources en eau, de tout projet d'aménagement concernant l'eau, et d'une grande partie de la recherche analytique, consiste dans un vaste programme de rassemblement de données fondamentales. Au Canada, pendant de nombreuses années, un vaste programme de jaugeage des débits et d'observation des niveaux d'eau a été exécuté en application d'un programme coordonné fédéral-provincial. Le rassemblement des données relatives à la qualité des eaux de surface n'a pas

été aussi bien organisé. C'est, par exemple, seulement en 1959-1960 qu'un programme continu de relevés a été mis en application concernant la qualité, la température et autres facteurs relatifs à la gestion des ressources de premier ordre que constituent les Grands Lacs. Ce programme, entrepris par l'Institut des Grands Lacs, Université de Toronto, subventionné par les gouvernements fédéral et provinciaux, n'est lui-même ni assez vaste ni assez complet pour répondre aux besoins; il a été étendu en 1966 par l'addition de relevés de surveillance exécutés par plusieurs organismes fédéraux basés au Centre canadien des eaux intérieures à Burlington. Les programmes de surveillance de la qualité de l'eau appliqués par le gouvernement fédéral et par les provinces exigent une considérable extension. En partie à cause de la stabilité plus grande dans le temps des ressources en eau souterraine, le rassemblement des données les concernant n'a pas été organisé aussi systématiquement que dans le cas des eaux de surface. Quelques provinces cependant, l'Alberta et la Saskatchewan en particulier, ont consacré beaucoup d'attention aux relevés concernant l'eau souterraine et aux programmes de rassemblement des informations. Une des sérieuses déficiences du Canada dans le présent domaine concerne les données relatives aux précipitations. Les réseaux d'observation des précipitations présentent au Canada une densité considérablement inférieure à celle qu'on rencontre dans les pays les plus développés. Elle correspond approximativement à celle des réseaux de l'Afghanistan. Il existe de bonnes raisons à cette situation: ce sont les immenses étendues de sol canadien dont la tranquillité n'a jamais été troublée par un lecteur de pluviomètre et le manque d'instruments sûrs susceptibles de fonctionner sans surveillance dans les régions éloignées. De toute manière, cette situation ne contribue pas à aider l'ingénieur chargé de concevoir un projet ni le planificateur dans le domaine des ressources hydrauliques. Le rassemblement des données relatives aux aspects économiques des ressources en eau a été sérieusement négligé au Canada. Les planificateurs dans ce domaine ont besoin de données beaucoup plus complètes sur l'emploi de l'eau, les dommages causés par les inondations, les dépenses entraînées par la sécheresse, les dépenses effectuées sur des installations destinées à la récréation, etc. Une étude plus détaillée de programmes canadiens de rassemblement des informations et de leur rôle dans l'aménagement des ressources hydrauliques a été donnée en 1961 à la Resources for Tomorrow Conference<sup>7</sup>.

Nous *n'incluons pas* dans cette catégorie de recherche le coût de la relève périodique et habituelle des données, mais seulement la *recherche* nécessaire pour planifier intelligemment les réseaux, perfectionner l'instrumentation, exploiter et publier les données. Les organismes gouvernementaux canadiens dépensent, pour le relevé de données sur l'eau, bien au-dessus du double des 8,400,000 dollars dépensés par le pays en recherche sur l'eau en 1966. Aussi est-il clair que les recherches en vue d'accroître le rendement

---

<sup>7</sup>R. H. Clark, A. K. Watt and J. P. Bruce, «Basic Data Requirements for Water Management». *Resources for Tomorrow Conference Background papers* (Ottawa: Queen's Printer), Vol. 1, pp. 191-201.

dans le relèvement des données, et d'étendre le réseau des points de relèvement à des régions où les relevés ne peuvent actuellement être effectués facilement, présenteraient un grand intérêt. Le Comité Consultatif a recommandé que la recherche dans cette catégorie, dont le coût total en 1966 s'est élevé à 427,000 dollars, bénéficie d'une augmentation de subvention à un taux un peu plus rapide que le taux moyen d'augmentation proposé pour la recherche sur l'eau (20 pour cent par an) jusqu'à atteindre une dépense d'environ 1,500,000 dollars en 1972-1973.

#### **Sous-catégorie 701—Dessin des réseaux de stations de mesure**

Un administrateur de premier plan dans le domaine des réseaux de relevé des débits des cours d'eau a signalé que l'application à ces réseaux de la théorie des échantillonnages et des techniques de corrélation procurerait la même quantité de données utiles mais avec des réductions de 10 à 50 pour cent dans la densité des réseaux dans certaines régions. En supposant que le chiffre le plus bas soit applicable à tout le pays, on pourrait ainsi réaliser une économie annuelle de 1,000,000 à 1,200,000 dollars. Ceci pourrait naturellement exiger l'établissement dans certaines régions de stations additionnelles de relevé des précipitations. On n'a consacré en 1966 qu'un effort minime à la recherche relative au dessin des réseaux; rien n'a d'autre part été consacré à l'étude de programmes de postes d'observations reliés les uns aux autres et relevant les débits d'eau, les précipitations, les eaux souterraines et la qualité de l'eau.

Il est urgent d'organiser la recherche dans ce domaine; il en résulterait, dans l'immédiat et le futur, une amélioration de rendement du programme de données sur l'eau. L'importance de cette question pour le pays est vitale. La subvention pour cette recherche devrait passer de 43,000 dollars en 1966 à environ sept fois ce montant en 1972-1973.

#### **Sous-catégorie 702—Relèvement des données**

Les spécialistes chargés au Canada de l'étude des réseaux de relèvement des données ont connu des années d'échecs en cherchant à adapter à l'usage du Canada des instruments mis au point aux E.U., en Angleterre ou en Europe continentale. Le manque d'instruments satisfaisants permettant d'enregistrer sans surveillance, pendant de longues périodes de temps, les niveaux d'eau, les courants, les précipitations, l'évaporation, la qualité de l'eau, etc. dans les conditions de travail sévères dûes au climat, a constitué l'un des obstacles majeurs à une évaluation satisfaisante des ressources canadiennes en eau et de leurs variations, en quantité et qualité, avec le lieu et le temps. Il est dès maintenant évident que, sauf dans le cas où le Canada inventerait des instruments de cette nature convenant à ses propres besoins, il continuera à souffrir de ce problème. Il faut d'ailleurs noter qu'il existe des possibilités réelles d'exportation pour des instruments sensibles et durables destinés à être utilisés dans le domaine des ressources hydrauliques. S'il est possible de concevoir et construire des instruments capables de satisfaire aux exigences

rigoureuses imposées par les conditions canadiennes, ces instruments fonctionneront correctement et pourront être vendus n'importe où. Dans ce domaine, l'industrie canadienne devrait jouer un rôle majeur.

Nous recommandons que l'effort pour 1972-1973 soit porté à cinq fois le niveau de 1966 qui était de 208,000 dollars.

#### **Sous-catégorie 703—Évaluation, traitement des données et publication**

Les informations enterrées dans des dossiers ou des archives moisies et difficilement accessibles aux ingénieurs-conseils et aux organismes gouvernementaux méritent à peine d'être recueillies. Une révolution est actuellement en cours. Elle consiste à utiliser la technique des calculatrices pour le contrôle de qualité, l'emmagasinage, le traitement, la récupération, et la publication de toutes sortes de données. Il est essentiel que le domaine de l'eau participe aux changements provoqués par cette révolution. Il sera alors possible de mettre rapidement entre les mains des utilisateurs la documentation qu'ils peuvent demander.

Le traitement de l'information est à l'heure actuelle l'objet de recherches intensives dans d'autres domaines et dans d'autres pays. Aussi n'a-t-on pas jugé nécessaire de suggérer un effort considérable dans le domaine de l'eau. Il est cependant essentiel de prévoir un certain effort de recherche en vue d'adapter les techniques mises au point dans d'autres domaines et dans d'autres pays et de mettre au point des techniques originales convenant aux exigences particulières des ressources hydrauliques. Le présent niveau d'effort qui s'élevait en 1966 à 176,000 dollars doit croître lentement pour atteindre un niveau de 200,000 dollars en 1972-1973.

#### **Catégorie 800—Travaux de génie**

L'exécution d'un plan d'aménagement des ressources en eau exige ordinairement l'érection de quelques constructions ou l'exécution de travaux de génie tels que levées de terre, canaux, aqueducs, égouts, systèmes de pompes et autres. Il a été précisé au chapitre IV que le Canada investit actuellement plus de 1 milliard de dollars par an en travaux d'exploitation des ressources en eau et en aménagements d'eau. On s'attend à ce que ce total s'élève à environ 3 milliards de dollars par an à la fin des années 70. Deux catégories principales de recherches contribuent à une conception et à une exploitation saines de ces constructions. Ce sont d'une part l'hydrologie (catégorie 200) qui aidera à préciser et améliorer les critères utilisables par les concepteurs, tels que les quantités d'eau, et les forces engendrées par l'eau ou la glace, les capacités d'emmagasinage, de résistance, et de transport exigibles des constructions; d'autre part la catégorie 800 qui contribuera à améliorer le dessin des ouvrages de génie qui devront satisfaire aux critères hydrologiques et autres. Le Comité Consultatif a indiqué que le Canada doit consacrer un effort accru à ce domaine. Il conviendrait qu'environ 8 pour cent du pro-

gramme accru de recherches sur l'eau fût réservé à cette catégorie, ce qui impliquerait une dépense de 2,000,000 de dollars en 1972-1973 et 6,000,000 de dollars en 1978-1979.

#### **Sous-catégorie 801—Conception et devis des ouvrages hydrauliques**

La recherche dans cette sous-catégorie est exécutée principalement dans le cadre de deux domaines du génie: l'hydraulique et le dessin structural. A cause de la nécessité de résister aux glaces d'hiver, beaucoup de problèmes spéciaux d'hydraulique se présentent au Canada. Les considérations relatives à la glace affectent ou devraient affecter le dessin des canaux, prises d'eau, vannes de barrages, déversoirs, piles de ponts et beaucoup d'autres types de constructions. Pour l'aménagement des fleuves des côtes est et ouest à la fois en vue d'installations hydro-électriques et de la pêche, le dessin de dispositifs permettant le passage du poisson aux barrages présente une grande importance. Le dessin optimal des protections en enrochements près des crêtes de déversoirs où surviennent des difficultés dues à la force des vagues ou à la glace exige des études spéciales; il en est de même des effets des tremblements de terre sur les barrages, et d'une quantité d'autres problèmes touchant à l'hydraulique ou aux structures.

Dans le domaine précédent de nombreux résultats de recherche étrangère peuvent être immédiatement appliqués ou adaptés aux conditions canadiennes; mais beaucoup de problèmes, particulièrement ceux que cause la glace, doivent être étudiés avec soin dans ce pays pour obtenir des solutions correctes. En 1966 les investissements consacrés à la recherche dans ce domaine se sont élevés à 404,000 dollars, à peu près également répartis entre l'industrie, l'université et les organismes fédéraux. Le Comité Consultatif a recommandé un effort deux fois et demie plus important en 1972-1973.

#### **Sous-catégorie 802—Matériaux**

La gamme des températures auxquelles sont soumis les matériaux dans les constructions canadiennes destinées à l'utilisation de l'eau est aussi étendue que dans n'importe quel pays du monde. Aussi une sélection et une mise en œuvre très soigneuses des matériaux s'imposent-elles pour résister à ces conditions et à d'autres éléments défavorables. La terre, le roc et le ciment resteront naturellement les principaux matériaux à utiliser pour les constructions destinées à l'aménagement des ressources hydrauliques. Mais des modifications apportées aux matériaux et à leur mode d'utilisation, et qui augmenteraient la résistance des constructions pendant les mois d'hiver, présenteraient un grand intérêt. Peut-être pourra-t-on mettre au point des matières plastiques ou autres susceptibles d'être largement utilisées dans les canaux, tuyaux, robinets, vannes, et dans les constructions où la légèreté, le bas prix, et l'aptitude à résister à la corrosion sont importants. On devrait étudier la possibilité d'emploi de substances telles que les résines époxy pour la réparation du béton. La recherche dans ce domaine devrait cependant, en

général, être basée sur une plus grande mise en œuvre des connaissances présentes et futures des propriétés chimiques des matériaux et de leur structure atomique.

Il est probable que, dans la présente sous-catégorie, seule une faible partie de la recherche canadienne sur matériaux applicables aux constructions relatives à l'aménagement des ressources en eau a été mentionnée dans le relevé. Bien que beaucoup de leurs études puissent être directement applicables au génie hydraulique, les organismes et institutions qui créent et essaient de nouveaux matériaux destinés surtout à d'autres usages dans les bâtiments, les manufactures, etc. ne sont en effet pas appelés à répondre aux questionnaires de la Recherche sur les Ressources hydrauliques.

Le Comité Consultatif n'en a pas moins considéré que la Recherche sur matériaux spécifiquement destinés aux constructions relevant du domaine de l'eau n'avait fait l'objet, vu l'importance du problème, que d'un faible nombre de rapports et a recommandé une augmentation de dépenses portant le montant de 72,000 dollars à 570,000 dollars en 1972-1973. Une grande partie de la recherche nouvelle ainsi prévue devrait être effectuée dans des établissements industriels.

#### **Sous-catégorie 803—Exploitation**

L'exploitation des constructions valant plusieurs milliards de dollars érigées au Canada en vue de l'utilisation de l'eau a été, à peu d'exceptions près, effectuée d'une manière encore plus simpliste que les décisions économiques et sociales auxquelles on se réfère ci-dessus. Quelques indications sur la valeur économique d'une exploitation efficace ont été données au chapitre IV; on y trouve une estimation de la valeur accrue de la production hydro-électrique au barrage Bennett sur la Rivière de la Paix, C.-B., et d'une amélioration dans les prévisions d'arrivée d'eau au réservoir. Toute amélioration de 1 pour cent entraînerait par an une augmentation de 1,000,000 de dollars dans le rendement de l'exploitation. Malheureusement aucun service de prévision hydrologique d'envergure n'a été créé au Canada en vue de fournir, pour l'exploitation des constructions dans tout le pays, des prédictions fiables sur les débits des cours d'eau et les niveaux de lacs. Quelques provinces ont pris l'initiative de créer de petits systèmes de prévisions d'exploitation; ce sont particulièrement la Colombie-Britannique, la Saskatchewan et l'Ontario. Mais en général des difficultés de juridiction fédérale-provinciale ont empêché la mise au point d'un système d'envergure et efficace, semblable à ceux dont bénéficient beaucoup de nations développées telles que É.-U., URSS, Australie, Suède, Pologne, etc. Les recherches nécessaires pour mettre au point ce genre de systèmes exigent des travaux d'importance majeure dans la sous-catégorie générale (201) des cycles de l'eau; mais l'application des prédictions sur les cours d'eau et les lacs à l'exploitation des barrages et des réservoirs, ainsi que l'établissement de systèmes convenables de communications, ont été considérés comme une partie de cette sous-caté-

gorie. En outre, la question de l'utilisation optimale des systèmes à réservoirs multiples dans les bassins des cours d'eau commence seulement à exiger des recherches de la part du Canada. Des perfectionnements sont nécessaires dans les méthodes permettant de prédire la formation de couches de glace dans les biefs d'amont et de frazil dans les canaux. Ces éléments affectent en effet l'exploitation quotidienne des barrages, déversoirs et prises d'eau.

Le Comité Consultatif a considéré que le montant de 9,000 dollars dépensé en 1966 dans cette sous-catégorie indique qu'elle est, sans espoir, négligée au Canada. Cette situation peut en partie résulter des difficultés de juridiction citées plus haut. Une augmentation portant les dépenses à 430,000 dollars en 1972-1973 a été recommandée.

## **VI<sup>e</sup> Chapitre**

### **ORGANISATION DE LA RECHERCHE SUR LES RESSOURCES EN EAU AU CANADA**

On a donné, lors des chapitres précédents, une appréciation du niveau actuel des efforts de recherche sur les ressources en eau au Canada et des bénéfices que peut procurer la recherche dans ce domaine. On a en outre exposé, au chapitre V, des propositions destinées à hausser le niveau d'ensemble de ces activités; on a aussi indiqué quelle répartition de l'ensemble des efforts entre les différentes catégories de recherche satisferait au mieux les besoins futurs du Canada. L'objet du présent chapitre est d'organiser ces activités de recherche et de proposer la formation d'un nombre suffisant de spécialistes pour s'acquitter des tâches nouvelles; on indique aussi quelques modalités permettant de tirer de la recherche des bénéfices accrus grâce à une utilisation plus rapide et plus efficace de ses résultats.

#### **VI.1 Organismes chargés de la gestion des ressources en eau**

La responsabilité de la gestion des ressources en eau du Canada est partagée entre les gouvernements fédéral, provinciaux et municipaux, c'est-à-dire entre trois paliers de gouvernement. Les responsabilités du gouvernement fédéral portent sur la législation concernant les poissons et les eaux où ils vivent, la navigation et les eaux navigables, les relations internationales concernant les eaux servant de ligne frontière, et les cours d'eau internationaux; d'après l'Acte de l'Amérique du Nord Britannique, le gouvernement fédéral partage avec les provinces la responsabilité de gestion de l'eau destinée à l'agriculture. Il est de plus généralement reconnu que le gouvernement fédéral devrait jouer un rôle majeur dans l'entreprise et le soutien des recherches dans le domaine de l'eau, spécialement de celles qui sont fondamentales par nature et dont les résultats sont utilisables dans de nombreuses parties du pays.

Les provinces ont la responsabilité de gérer les ressources hydrauliques existant à l'intérieur de leurs frontières. Les municipalités ont traditionnellement assumé la charge de s'approvisionner en eau, de traiter l'eau, de construire les installations récréationnelles comportant l'emploi de l'eau, les systèmes d'égouts pluviaux, etc. Mais il devient chaque jour plus évident qu'on doit ordinairement, dans l'aménagement et la gestion des ressources en eau, tenir compte des effets qu'entraînera un type particulier de gestion sur une région beaucoup plus vaste que le domaine propre d'une municipalité particulière. Dans certaines parties du Canada, cette situation a suscité la formation d'organismes qui représentent plusieurs municipalités et gèrent les res-

sources en eau dans le bassin entier d'un cours d'eau, ou dans un ensemble de bassins adjacents. Les organismes de ce type ayant donné les meilleurs résultats sont peut-être les Commissions de conservation chargées dans l'Ontario de la lutte contre les inondations dans les bassins fluviaux et de la conservation des eaux. Même dans les cas où des organismes de ce genre ont pris naissance, ils ont été en partie patronnés et subventionnés par les provinces. Il s'est avéré de plus en plus nécessaire que les gouvernements provinciaux aident largement les municipalités dans les domaines du financement et de la planification régionale, y compris les études de diversion des eaux d'un bassin à un autre.

L'industrie et le secteur privé de l'économie assument aussi d'importantes responsabilités dans la gestion des ressources en eau. Les industries sont de grands utilisateurs d'eau et parfois de grands agents de pollution de nos ressources hydrauliques. Elles assurent dans beaucoup de cas leur propre approvisionnement en eau et traitent elles-mêmes leur eau. L'industrie canadienne pourrait être beaucoup plus active dans la création d'instruments destinés à la fois au pays et à l'exportation. Les conseils, et spécialement les firmes d'ingénieurs-conseils, jouent un rôle majeur dans la planification de la plupart des constructions destinées à exploiter, transporter, purifier et traiter l'eau et les déchets liquides. Les plans ne sont établis par les organismes gouvernementaux ou l'industrie que dans un petit nombre de cas, bien que, presque toujours, les uns et les autres possèdent une compétence suffisante pour examiner et approuver les plans en connaissance de cause.

Les universités canadiennes et les instituts technologiques constituent les principales sources de personnel pour la gestion et la recherche dans le domaine de l'eau. Une partie notable des besoins canadiens en effectifs spécialisés dans ce domaine a été satisfaite par l'immigration en provenance de l'Europe et des É.-U.; la dernière de ces sources de personnel joue un rôle très variable dont les fluctuations suivent les avantages économiques et sociaux relatifs que présente la vie dans les pays concernés. Pour pouvoir mettre au point un programme viable et continu de recherche et de gestion dans le domaine de l'eau, le Canada doit se suffire davantage à lui-même pour la formation des spécialistes nécessaires. Il conviendrait en outre d'exploiter plus complètement au Canada les recherches de qualité exécutées sur les ressources hydriques dans les universités, et faisant en général partie de l'enseignement donné aux étudiants diplômés.

## **VI.2 Répartition des efforts par secteur**

La quantité de recherches patronnées et entreprises par les divers secteurs de l'économie canadienne en 1966, mesurée par un pourcentage de la valeur totale en dollars des recherches dans le domaine de l'eau, est donnée

dans les tableaux 15 et 16 qui contiennent en même temps des comparaisons portant sur des éléments semblables dans le total des dépenses du pays pour la recherche.

**Tableau 15.—Source de financement des recherches par secteur**

|  | Féd. | Prov. | Univ. | Indus. | Étranger | Autre |
|--|------|-------|-------|--------|----------|-------|
| Pourcentage par rapport à la subvention totale de la recherche dans le domaine de l'eau (1966) | 65.4 | 17.3  | 3.2   | 10.1   | 1.6      | 2.3   |
| Pourcentage par rapport à toutes les dépenses R&D <sup>a</sup> (1965).....                     | 52   |       | 10    | 31     | 5        | 2     |

<sup>a</sup> J. L. Orr, «Données statistiques sur la recherche et l'aménagement industriels au Canada», Rapport du ministère de l'industrie, Ottawa, au Conseil des sciences du Canada, mars 1967.

**Tableau 16.—Réalisation des recherches par secteur**

|   | Féd. | Prov. | Univ. | Indus. | Autre |
|---|------|-------|-------|--------|-------|
| Pourcentage par rapport à la subvention totale de la recherche dans le domaine de l'eau (1966)..... | 44.4 | 21.0  | 19.4  | 14.0   | 1.1   |
| Pourcentage par rapport à toutes les dépenses R&D <sup>a</sup> (1965).....                          | 36   |       | 21    | 42     | 1     |

<sup>a</sup> J. H. Orr, *op. cit.*

Le trait le plus caractéristique de ces tableaux est le fait que, pour la recherche dans le domaine de l'eau, 83 pour cent de l'effort financier provient des deux niveaux les plus élevés de gouvernement, tandis que 65 pour cent de la recherche sont effectués par des organismes gouvernementaux aux niveaux fédéral et provinciaux. Cette situation présente un contraste frappant avec l'ensemble des efforts de R & D dans lesquels l'industrie, tant en subventionnant qu'en exécutant la recherche, joue le rôle le plus important. Il est intéressant de noter que les universités entreprennent, dans le domaine de l'eau, à peu près le même pourcentage de l'effort de recherche que dans le total des activités R & D du pays.

Si l'on compare les dépenses totales consacrées à la recherche et au développement dans neuf pays développés<sup>1</sup>, on constate que le Canada occupe, en pourcentage, le premier rang de l'effort total dans les universités, le second au gouvernement et le plus bas dans l'industrie. Il convient toutefois de considérer que, sur les neuf pays, le Canada dépense pour la recherche le second plus bas pourcentage du Revenu National Brut. Il n'existe dans le domaine international que peu de chiffres comparables concernant la

<sup>1</sup>J. L. Orr, *op. cit.* Les pays sont la Belgique, le Canada, la France, l'Allemagne, le Japon, les Pays-Bas, la Suède, le Royaume-Uni et les États-Unis.

recherche dans le domaine de l'eau; comme indiqué au chapitre III, cependant, le gouvernement fédéral des États-Unis subventionne à peu près le même pourcentage de l'effort total de recherche dans le domaine de l'eau que le Canada, et a alloué 24.5 pour cent de ce soutien à la recherche universitaire en 1966-1967. Aux États-Unis, le gouvernement fédéral semble exécuter à peu près le même pourcentage de recherche intérieure dans le domaine de l'eau que le gouvernement fédéral canadien, bien que l'absence d'estimations satisfaisantes de la recherche industrielle dans le domaine de l'eau rende difficile le calcul de chiffres précis.

Existe-t-il une raison justifiant les différences existant, aussi bien aux États-Unis qu'au Canada, entre la moyenne dans d'autres domaines, et la répartition par secteur de l'effort de recherche dans le domaine de l'eau? La recherche et les créations industrielles sont orientées vers la production d'un produit ou service nouveau, ou l'amélioration d'un produit existant. C'est, en pareil cas, l'industrie qui doit exploiter les résultats utilisables. Si l'on désire former des spécialistes experts et acquérir de nouvelles connaissances susceptibles d'être utilisées rapidement et efficacement, il est donc hautement souhaitable que l'industrie entreprenne une large part de l'effort général de recherche. Même dans d'autres domaines touchant aux ressources naturelles tels que la sylviculture, l'agriculture, et les exploitations minières, c'est ordinairement le secteur privé qui doit, en vue d'améliorer la qualité de production, utiliser les résultats des recherches.

L'exploitation des ressources hydriques présente des caractères entièrement différents. Presque toutes les installations ayant pour objet de les exploiter, de transporter et de traiter l'eau, sont construites par les gouvernements ou par des organismes qui en dépendent. La construction des installations hydro-électriques elles-mêmes est la plupart du temps entreprise par des organismes provinciaux spécialisés dans les questions d'énergie. Les décisions de gestion des ressources en eau concernant les divers usages possibles de l'eau, ainsi que la répartition de ressources limitées sont également prises par les gouvernements. Les négociations internationales portant sur le partage des ressources en eau sont conduites par nos gouvernements. Lorsque ces derniers, en vue d'obtenir le rendement optimal des ressources hydriques, utilisent les résultats fournis par les recherches, ils jouent en fait le rôle qui incombe d'ordinaire à l'industrie. Aussi n'est-il pas surprenant que la plupart des travaux de recherche dans ce domaine soient financés par les gouvernements, et que les gouvernements fédéral et provinciaux entreprennent environ les deux tiers de la totalité des recherches effectuées «chez nous».

Le Comité Consultatif du Groupe d'étude a étudié la question dans le plus grand détail. Il a examiné un grand nombre de facteurs qui devraient influencer sur la répartition de subventions destinées à la recherche dans le domaine de l'eau. Parmi les facteurs les plus importants figurent les suivants:

1. La nécessité de fournir à la recherche dans les universités des subventions assez importantes pour encourager des professeurs et des

étudiants appartenant à de nombreuses disciplines à consacrer leurs efforts au domaine des ressources hydriques, ce qui aurait pour effet de créer des disponibilités en personnel bien entraîné.

2. La nécessité de fournir à des diplômés désireux de se consacrer à la recherche des possibilités d'emploi au gouvernement et dans l'industrie dans des organismes de recherche sur les ressources hydriques, c'est-à-dire de créer un marché suffisamment important ouvert aux diplômés spécialisés dans le domaine des ressources hydriques.
3. Le devoir de l'industrie d'augmenter ses efforts de recherche sur les ressources hydriques particulièrement dans les domaines du traitement des eaux usées industrielles (504 à 506), de la conservation de l'eau dans l'industrie (305), de l'acquisition d'informations nouvelles, de la création d'instruments (702) et dans celui des matériaux de construction (802).
4. L'importance d'exiger des firmes privées d'ingénieurs-conseils un haut niveau de compétence de manière à obtenir la certitude qu'elles livreront les plans les plus appropriés d'installations hydrauliques et afin que la transmission au bureau de dessin des résultats des recherches soit accélérée.
5. Le devoir des gouvernements, en tant que représentants de la collectivité, d'entreprendre et de subventionner la recherche nécessaire pour obtenir l'exploitation optimale des ressources et pour défendre les intérêts canadiens dans les négociations internationales sur le partage des ressources ou sur les diversions possibles entre bassins ou entre deux pays.
6. L'importance de disposer, tant au gouvernement que dans les universités, d'un certain nombre d'instituts de recherche de dimensions suffisantes pour être réellement interdisciplinaires et pour excéder les «dimensions critiques» minimales nécessaires pour des échanges fructueux d'idées et des possibilités adéquates de subventions.

Sans méconnaître les besoins et les devoirs mentionnés ci-dessus, ni d'autres considérations de moindre importance, le Comité a trouvé difficile d'apprécier objectivement et en quantité le degré d'activité convenant à chacun des divers secteurs et l'importance des subventions à obtenir de diverses sources. Les vues d'ensemble du Comité sur ces questions sont cependant les suivantes:

1. Il ne semble pas exister de déséquilibre sérieux dans la répartition générale des efforts concernant divers secteurs.
2. Proportionnellement, les efforts consacrés aux universités sont un peu faibles. Une augmentation des subventions portant la part des universités dans la recherche de 19.4 pour cent à 22-25 pour cent

devrait être assurée à la fois par les gouvernements fédéral et provinciaux et par l'industrie.

3. L'industrie devrait dans une certaine mesure accroître sa contribution à l'ensemble de la recherche dans le présent domaine; les bureaux d'ingénieurs-conseils et de spécialistes en planification devraient en particulier être financièrement encouragés à entreprendre des programmes de recherche.
4. La plus grande partie de la charge d'exploitation des ressources en eau incombant aux provinces, celles-ci devraient ne pas modifier la proportion d'efforts qu'elles consacrent actuellement à la recherche dans leurs propres organismes et accorder des subventions accrues à la recherche appliquée dans les universités.
5. L'effet net des recommandations qui précèdent consisterait dans une légère diminution affectant la proportion de l'effort de recherche total actuellement assurée à l'intérieur des organismes fédéraux.

Il convient naturellement de noter que si, comme il est recommandé au chapitre V, le niveau de l'effort d'ensemble de recherche est augmenté de 20 pour cent par an, aucune diminution d'effort ne se produira dans aucun secteur. Les recommandations précédentes impliquent seulement un taux d'accroissement légèrement augmenté pour la recherche dans les universités et dans le secteur privé, et un taux d'accroissement légèrement diminué pour la recherche à l'intérieur des organismes fédéraux.

Il existe cependant quelques recommandations plus précises concernant la nature des subventions à accorder à la recherche dans les universités; elles ont été mises au point au cours des discussions du Comité et sont exposées dans la prochaine section.

### **VI.3 Besoins en personnel et subventions aux universités**

Une des raisons principales pour la recommandation figurant dans la section VI.2, consistant dans un taux d'accroissement supérieur au taux d'ensemble de 20 pour cent par an concernant la recherche effectuée sur les ressources hydriques dans les universités, consiste dans le besoin de professionnels capables d'exécuter les programmes de recherche. Les prévisions concernant le nombre total de diplômés en génie et en science<sup>2</sup>, et une estimation du pourcentage (actuellement égal à 14 pour cent) des diplômés de ce genre actuellement occupés à la recherche, suggère que le nombre total de diplômés aux niveaux du Doctorat, de la Maîtrise et du Baccalauréat probablement disponibles à l'avenir sera suffisant pour l'exécution d'un programme général de recherches beaucoup plus important que l'effort actuel au Canada. On admet que seulement 17 pour cent des nouveaux diplômés en science et en génie de la prochaine décennie se dirigeront vers la recherche (le chiffre

---

<sup>2</sup>R. D. Mitchener, «First degrees awarded by Canadian Universities and Colleges projected to 1976/77», Canadian Universities Foundation, Ottawa, 1964.

actuel comparable aux É.-U. dépasse 30 pour cent) et que l'immigration de chercheurs équilibre leur émigration (en réalité les quelques dernières années ont révélé un gain net important en faveur du Canada); l'effectif total engagé dans R & D en science et en génie en 1977 équivaudra alors à environ 45,000 hommes-années de professionnels.

Il semble raisonnable, dans ces conditions, de supposer que l'on pourra disposer d'un nombre suffisant de scientifiques et d'ingénieurs. Le problème consiste alors à découvrir la meilleure manière d'obtenir la certitude qu'un nombre suffisant d'entre eux consacreront ses efforts à la recherche dans le domaine de l'eau. Il ressort des données du chapitre III, qu'en 1966, 351.6 hommes-années de professionnels ont été consacrés à la recherche sur les ressources hydriques; les dépenses se sont d'autre part établies, par scientifique, à 24,000 dollars, montant un peu inférieur à la moyenne dans les autres disciplines scientifiques. Les dépenses proposées suggèrent qu'en 1972-1973 le besoin en hommes-années de professionnels sera de 930, s'élevant ensuite à 2,500 en 1978. Les résultats donnés par le questionnaire du Groupe rapporteur ont montré que les chercheurs dans le domaine de l'eau ne représentaient pas moins de 116 des spécialités définies dans les Listes des plus importantes Disciplines et Spécialités établies par le ministère du personnel et de l'immigration. Ce fait illustre à quel point la recherche sur les ressources en eau constitue un domaine touchant à de multiples disciplines. D'après le questionnaire du Groupe rapporteur, les spécialités les plus demandées concernent, dans le Génie, l'hydrologie, le génie sanitaire, et la mécanique des fluides; dans les sciences physiques, la géohydrologie. Ces quatre spécialités, additionnées, ne représentent cependant que beaucoup moins de la moitié du besoin total en nouveau personnel.

Comme il a été suggéré dans la courte étude de la qualité de la recherche actuelle au Canada (pp. 41-42), le besoin le plus pressant consiste peut-être dans un plus grand nombre de personnes ayant subi, dans les écoles où elles ont été diplômées, une formation spéciale en ressources hydriques, au lieu de se contenter comme dans le passé de la formation individuelle acquise en cours d'emploi par des ingénieurs, des physiciens, des chimistes, etc. L'exploitation et la gestion des ressources en eau sous l'angle d'une discipline unique comportent de très réels dangers. L'histoire de la gestion des ressources en eau abonde en exemples d'extermination de poissons et de perturbations écologiques dues à la pollution des eaux et à la construction d'ouvrages divers par des ingénieurs. Si, d'un autre côté, on considère la conservation comme un but en soi, il se peut qu'on soit conduit à négliger d'intéressantes possibilités d'exploitation et de gains dans le domaine économique. Le point important dans le cas présent consiste dans le fait que l'exploitation des ressources en eau est la conséquence d'une chaîne de phénomènes à action réciproque et que, d'un autre côté, elle engendre également une chaîne de cette nature. Ces phénomènes peuvent être sociaux, biologiques, chimiques, économiques, ou autres; les résultats optimaux ne

seront atteints dans l'exploitation et la gestion de nos ressources en eau que si nous comprenons parfaitement les diverses causalités et effets. Nous n'obtiendrons ce résultat qu'au prix de la création de plusieurs centres inter-disciplines importants, destinés à la formation de chercheurs et de diplômés. Ces centres présentent naturellement une grande importance, mais il est essentiel d'encourager comme auparavant tous les travaux de valeur exécutés dans les universités en dehors de ces centres.

Dans l'esprit de ce qui précède, un système d'aide financière à la recherche universitaire, comportant trois stades, devrait être mis au point. Il conviendrait avant tout d'accroître l'aide à la «petite science» dans le domaine de la recherche sur les ressources en eau. Ce soutien pourrait consister dans des programmes de subventions départementales visant essentiellement à aider, sans considération injustifiée de la nature du projet de recherche, les scientifiques et ingénieurs de valeur qui s'intéressent à l'eau. Le Comité Consultatif National sur la recherche concernant les ressources hydriques devrait, au moyen de son programme de recherches subventionnées, financer le création de plusieurs centres de recherche dans le domaine de l'eau. Les subventions pourraient si nécessaire comprendre des fonds destinés à la construction de bâtiments. Ces fonds devraient toutefois s'ajouter aux montants proposés au chapitre V. Le Comité devrait également subventionner les programmes de recherche de scientifiques d'universités travaillant en dehors de ces centres, lorsque l'objet de leurs recherches concernera des connaissances nécessaires à la gestion des ressources en eau du Canada. Le choix des plus importants centres de recherche devrait être basé sur des propositions soumises par les universités. Les universités dont les propositions semblent le mieux garantir le caractère inter-disciplines des recherches et l'exécution de programmes suivis devraient recevoir de l'aide. Si les centres doivent, d'une manière générale, couvrir diverses disciplines, un d'eux au moins devrait insister sur la planification et les sciences sociales; un autre devrait concentrer son attention sur le cycle hydrologique; un autre encore devrait se spécialiser dans les recherches sur la pollution; le génie hydraulique et le développement de l'instrumentation devraient retenir l'attention d'un autre centre; un autre enfin devrait consacrer son activité à la recherche sur les ressources en eau en présence de climats froids. Il serait préférable que les centres fussent répartis sur une base régionale, mais ce point de vue ne devrait pas interférer avec la nécessité essentielle d'obtenir la qualité la plus élevée.

Le troisième type de soutien financier devrait affecter la forme de recherche achetée. Dans la crainte d'une contrainte à la liberté académique, quelques universités répugnent à s'intéresser à des programmes de recherche achetée ou faisant l'objet d'un contrat. Un nombre croissant de professeurs, reconnaissant la contribution importante qu'eux-mêmes et leurs étudiants pourraient fournir en acceptant dans une certaine mesure d'effectuer un travail dirigé, sont cependant favorables à des accords par contrat. Les

organismes fédéraux, les gouvernements provinciaux et l'industrie devraient consacrer une plus grande proportion de leurs budgets à la recherche achetée dans les universités; ces mesures aideraient à résoudre les problèmes dont on attend la solution, à atteindre les buts visés par les organismes ou à satisfaire aux besoins de l'industrie.

Il est finalement d'une extrême importance que les organismes chargés de missions et qui ont récemment fondé des instituts importants sur ou dans le voisinage de campus universitaires mettent au point des programmes actifs de collaboration avec la communauté universitaire de la région. Ces programmes devraient porter sur la mise à disposition, en faveur des professeurs et des étudiants, des laboratoires et autres installations, l'achat de recherches aux universités, l'aide accordée suivant les besoins aux comités d'étudiants diplômés, l'envoi aux universités, sur leur demande, de conférenciers spéciaux, et la collaboration suivant d'autres modalités qui peuvent être établies dans les meilleures conditions par des comités de coordination ou de consultation à prévoir pour ces instituts. Dans ce domaine, les organismes présentant une importance particulière sont le Centre canadien des eaux intérieures à Burlington, Ontario, en coordination avec le ministère de l'énergie, des mines et des ressources et l'Institut pour l'eau douce du Bureau de recherche des pêcheries sur le campus de l'université du Manitoba.

Il convient de noter que le système d'aide à plusieurs niveaux décrit ci-dessus offre au chercheur d'université plusieurs possibilités de subventions pour ses recherches. Le Comité Consultatif National sur les recherches en ressources hydriques devrait coordonner les matières en vue d'éviter d'une manière certaine toute duplication due à une inattention. Les chercheurs dont le projet ou les conceptions personnelles paraîtraient plus ou moins hérétiques à un groupe ou à un autre pourraient ainsi solliciter de l'aide de plusieurs sources différentes. Il serait également ainsi tenu compte des personnalités variées des chercheurs, dont certains préfèrent nettement les sujets précis et les vues pratiques, tandis que d'autres se tournent plus volontiers vers les recherches fondamentales.

#### **VI.4 Coordination des efforts**

Le chapitre III apporte une esquisse de la machinerie de coordination qui s'est progressivement créée au Canada au cours des dix dernières années. A la lumière des recommandations précédemment exposées dans les chapitres V et VI, il est intéressant d'examiner cette machinerie en vue d'obtenir la certitude qu'elle conviendra aux besoins canadiens pendant quelques années à venir. On doit noter que des créations et, plus rarement, des dissolutions de comités et d'équipes de travail, se produisent continuellement sous l'effet du changement d'importance de certaines questions et de modifications dans les besoins; aussi est-il raisonnable de limiter aux quelques prochaines années les présentes remarques concernant les besoins à prévoir.

Il semble que la machinerie-guide pour la coordination dans l'établissement de la *politique* de recherches dans le domaine de l'eau consistera dans le Comité Consultatif National concernant la recherche sur les ressources hydriques, et ses trois sous-comités chargés des subventions départementales pour la recherche dans les sciences naturelles et les sciences sociales, et d'un rôle consultatif au Centre canadien des eaux intérieures à Burlington. On s'attend à ce que ce Comité et ses sous-comités reçoivent des représentants des organismes fédéraux, des provinces, des universités et du secteur privé et constituent ainsi un moyen effectif de transmission des directives de politique.

Le besoin subsiste également, cependant, d'une liaison et d'une coordination au niveau technique, en vue d'assurer une coordination au niveau des travaux et de fournir un forum pour des discussions non officielles sur les incidences techniques des décisions de politique. Il s'agit en un sens d'un élément contrebalançant le comité chargé de la politique. Il a existé dans certains milieux une tendance à considérer qu'à cause de la création du Comité Consultatif National ces comités techniques ne sont plus nécessaires. En fait, la structure et le rôle du Comité Associé du CNR sur la recherche concernant la pollution des eaux ont été reconsidérés vers la fin de 1967 sous l'angle de la création du Comité Consultatif National. Il faut noter qu'à cause de leur large représentation, ce comité et ses sous-comités ne peuvent contenir qu'un petit nombre de spécialistes de la pollution ou de tout autre aspect particulier des recherches dans le domaine de l'eau. Il est d'une grande importance de conserver les comités techniques de spécialistes; ils peuvent parrainer des réunions et des conférences, publier des bibliographies, renseigner sur les progrès de la recherche dans les domaines spécialisés et sur les effets des décisions de politique sur ces activités de recherche. D'autres comités devraient continuer à rendre service dans ce rôle de coordination technique. Ce sont le Sous-comité du CNR sur l'hydrologie, et le Groupe de travail sur les Grands Lacs du Comité canadien d'océanographie. Il serait avantageux, pour faciliter les liaisons, que certains membres appartiennent à la fois aux Comités de Spécialistes et au Comité Consultatif National pour la recherche sur les ressources hydriques.

## **VI.5 Publication des résultats de recherches**

Un des meilleurs moyens de faire connaître les résultats de la recherche dans un domaine quelconque et d'éviter les doubles emplois inutiles, consiste à disposer de journaux scientifiques appropriés où publier rapidement les découvertes importantes résultant de recherches. Il existe bien plusieurs journaux internationaux consacrés aux ressources hydriques et auxquels des Canadiens collaborent régulièrement, mais il n'existe aucun journal canadien spécialisé dans ce domaine. Quelques articles, consacrés en particulier aux eaux souterraines, sont publiés dans le *Canadian Journal of Earth Sciences*, tandis que d'autres articles, dont les implications sont biologiques, paraissent

dans le Journal of Fisheries Research Board. Il n'existe cependant aucune publication canadienne convenant à la publication de la plupart des articles concernant l'hydrologie, les aspects spécifiquement canadiens des problèmes de pollution, ou des résultats de recherches sur les aspects sociaux, économiques et institutionnels des problèmes canadiens concernant l'eau. Si l'activité des recherches dans le domaine de l'eau se développe comme il est recommandé, il deviendra important de créer de nouveaux media de publication, permettant en particulier de publier des rapports traitant des recherches particulières à la situation du Canada. Le Comité Consultatif National, récemment formé en vue de la recherche sur les ressources en eau, a été invité à explorer activement la possibilité de fonder un journal canadien dans le domaine de la recherche sur les ressources en eau.

## **VI.6 Échange d'informations**

Il est suggéré, dans de nombreuses catégories de la recherche sur les ressources en eau, que le Canada s'en remette en grande partie à des résultats de recherche importés. Tous les aspects divers de la recherche dans le domaine de l'eau seront plus productifs si l'on profite pleinement des études exécutées à l'extérieur du pays. Une partie de l'échange de résultats et d'idées concernant la recherche se produit par l'intermédiaire d'organismes et d'associations internationaux, appartenant ou non à des gouvernements.

Les Canadiens appartiennent à un grand nombre d'organismes et d'organisations de ce genre. Ils ont manifesté une activité particulière dans les organisations intergouvernementales et internationales chargées des divers aspects de la recherche dans le domaine de l'eau. Ce sont en particulier la Commission technique pour l'hydrométéorologie de l'Organisation météorologique mondiale (O.M.M.), les réunions de l'UNESCO pour la planification, le Conseil coordinateur pour la décennie hydrologique internationale (1965-1974), l'Organisme international de l'énergie atomique, l'Organisation pour les aliments et l'agriculture (O.A.A.), l'Organisation mondiale de la santé (O.M.S.), l'Organisation pour la coopération et le développement économiques (O.C.D.E.) et la Commission internationale sur l'irrigation et le drainage.

Quelques Canadiens ont également participé activement aux travaux des associations internationales non gouvernementales appartenant au domaine de l'eau. Ces associations comprennent l'Association internationale pour l'hydrologie scientifique, l'Union internationale de géodésie et de géophysique, l'Association internationale des hydrogéologues, l'Association internationale pour la recherche sur la pollution de l'eau, la Société internationale de limnologie, l'Association internationale de recherches hydrauliques, la Commission internationale des grands barrages et peut-être plusieurs autres associations non mentionnées ici. Pour tirer le profit maximal de la recherche dans le domaine de l'eau exécutée à l'extérieur de ses frontières, le Canada

doit encourager et intensifier la participation canadienne aux activités d'associations de ce genre. Une participation plus grande du personnel des organismes provinciaux spécialisés dans le domaine de l'eau aux activités des associations internationales non gouvernementales paierait probablement à l'exploitation des eaux canadiennes des dividendes substantiels du fait de l'application directe des résultats de la technique étrangère.

Un autre argument en faveur de l'échange international des résultats et de la technologie dans le domaine de l'eau consiste dans le fait que le Canada est dans une position unique pour tirer immédiatement le profit maximal des meilleurs travaux provenant des milieux mondiaux anglophones ou francophones. Tout mode d'organisation des échanges d'informations institué au Canada, tel qu'on vient d'en suggérer un, profiterait des progrès mondiaux exposés dans les deux langues officielles du Canada; il serait utile aux scientifiques, aux ingénieurs et aux administrateurs, aussi bien anglophones que francophones.

Un volume considérable d'échanges d'informations et de résultats de recherche peut avoir lieu par le canal des divers journaux nationaux et internationaux, et au cours des conférences ou réunions tenues sous les auspices d'organismes et associations intergouvernementaux. Des systèmes plus officiels et bien organisés d'échanges d'informations sont en outre nécessaires, surtout pour les nouveaux chercheurs dans le domaine de l'eau, et les directeurs ou administrateurs désireux d'obtenir accès à des résultats de recherche applicables à leurs problèmes.

L'extension actuelle de la recherche dans le domaine de l'eau aux États-Unis a donné lieu à la création de plusieurs nouveaux systèmes d'échange des informations destinés à répondre aux besoins précités. L'un d'eux est l'Échange d'informations scientifiques (S.I.E.-E.I.S.) patronné par la Smithsonian Institution; cet organisme enregistre, sur calculatrice, les données disponibles sur tous les projets de recherche exécutés sous l'égide du gouvernement fédéral américain, ainsi que sur tous autres projets dans le domaine de l'eau ou dans d'autres domaines sur lesquels des informations sont disponibles. En ce qui concerne la recherche sur les ressources en eau S.I.E. (E.I.S.) publie un catalogue annuel des projets de recherche en cours d'exécution; cet organisme fournit, en outre, aux scientifiques qui lui communiquent pour ses dossiers les grandes lignes de leurs projets, une liste de projets et de leurs auteurs sur un sujet spécial quelconque donné. Un grand nombre de scientifiques canadiens spécialisés dans le domaine de l'eau collaborent à ce système et l'utilisent sur une base non officielle. L'Association américaine des ressources hydriques a récemment annoncé la création d'un système d'extraits permettant à un chercheur isolé ou à un organisme d'acheter des extraits de tous les articles publiés pendant l'année sur une ou plusieurs des sous-catégories de recherche énumérées dans notre questionnaire (appendice II).

Le système dont l'envergure est la plus considérable est en cours de création au Centre d'information scientifique sur les ressources hydriques (WRSIC) au Département de l'intérieur des É.-U. Les objectifs du WRSIC sont<sup>3</sup>:

1. Servir de foyer pour les activités nationales concernant l'information technique sur les ressources hydriques.
2. Prendre l'initiative d'efforts visant à coordonner et compléter les services existants d'information technique.
3. Assurer le fonctionnement centralisé des services d'information technique sur les ressources en eau lorsque les meilleurs résultats peuvent être obtenus au niveau national.
4. Assurer la transmission rapide des informations techniques aux particuliers et aux organismes intéressés.

A la connaissance des auteurs, il n'existe dans les autres pays du monde aucun système semblable ayant la même envergure. Il est recommandé que le Comité Consultatif National pour la recherche en ressources hydriques prenne les mesures nécessaires pour la fondation d'un bureau canadien qui soit la contrepartie de WRSIC. Ce bureau devrait entreprendre avec WRSIC-(CISRH) des conversations ayant pour objet de rechercher si l'Organisme canadien pourrait établir une sorte de programme de coopération avec le Centre d'informations scientifiques des É.-U. concernant les ressources hydriques. Les scientifiques et les administrateurs canadiens auraient ainsi accès non seulement aux informations et aux résultats de recherche concernant les eaux canadiennes, mais aussi aux informations propres de WRSIC(CISRH). Les représentants canadiens auprès des organismes internationaux appropriés devraient en même temps encourager la création d'un système international d'échanges d'informations sur les connaissances techniques concernant les ressources hydriques.

## **VI.7 Utilisation des résultats de recherches**

Dans le domaine de la recherche appliquée telle que la recherche sur les ressources hydriques, nous devons nous préoccuper de la transmission des informations. Lors de la consultation par questionnaire, les personnes interrogées étaient invitées à faire savoir si les résultats des recherches dans celui des domaines des ressources hydriques avec lequel elles étaient les plus familières étaient utilisés rapidement et effectivement. Un grand nombre de celles qui ont répondu à la question ont estimé qu'il n'en était pas ainsi et ont donné diverses raisons expliquant cette situation. On a étudié dans la section précédente diverses méthodes propres à assurer une plus large dissémination et un emploi plus complet des résultats de recherche.

---

<sup>3</sup> Fondation Nationale pour la Science, *Notes d'information scientifique*, Vol. 9, n° 6, Déc. 1967-Janv. 1968.

Une autre raison du manque d'utilisation des résultats de la recherche concerne la conception des ouvrages destinés à contrôler, transporter et traiter l'eau. Comme il a été indiqué précédemment dans ce chapitre, une grande partie du travail initial de dessin des projets destinés à l'industrie, aux municipalités, et aux niveaux les plus élevés du gouvernement, est exécuté par des bureaux de consultants privés dont la plupart sont des ingénieurs-conseils. Quelques-uns de ces bureaux sont des compagnies assez importantes pour entreprendre leurs propres programmes de recherche en vue de permettre à certains membres de leur personnel de se tenir au courant des récents progrès technologiques applicables à la préparation de leurs projets. Beaucoup de projets canadiens sont cependant préparés par une multitude de petits bureaux incapables de financer leurs propres programmes de recherche. Il en résulte que de très longs intervalles de temps peuvent s'écouler avant que d'utiles résultats de recherche puissent servir de base d'étude à des projets dans les domaines de l'hydrologie, du génie, et du traitement de l'eau.

En vue de réduire ces délais et d'obtenir la certitude que les résultats utiles des recherches sont largement appliqués, il serait souhaitable que tous les bureaux d'étude dans le domaine de l'eau consacrent à la recherche une certaine somme d'efforts. Il est recommandé, en vue de promouvoir ce mode d'activité, que les bureaux de consultants puissent bénéficier, de la part des organismes gouvernementaux fédéraux et provinciaux, de subventions et de contrats de recherche, et soient encouragés à soumettre aux organismes gouvernementaux spécialisés dans le domaine de l'eau les projets pour l'exécution desquels ils désirent une aide.

## **VI.8 Continuation des études concernant la recherche sur les ressources hydriques au Canada**

La présente étude ne devrait pas être considérée comme représentant un point final à un examen de la situation de la recherche canadienne; elle constitue au contraire le début d'un examen qui doit être poursuivi pour obtenir la certitude que la recherche appliquée dans le domaine de l'eau continue à correspondre aux besoins du pays. Une grande part de cet examen continu va certainement échoir au nouveau Comité Consultatif National de la recherche sur les ressources hydriques et ses sous-comités. Les membres de ces comités seront cependant des chercheurs et des administrateurs spécialisés dans le domaine de l'eau. Il ne leur sera pas toujours possible de trouver le temps nécessaire pour procéder à une évaluation approfondie de la situation au Canada et à la détermination des buts à poursuivre.

Il est recommandé, pour ces raisons, que le Conseil scientifique entreprenne, à une date non postérieure à 1972, un examen nouveau et approfondi de la recherche sur les ressources hydriques au Canada. Parmi les questions à étudier à cette époque figurent les suivantes:

1. Dans quelle mesure l'allure du progrès de la recherche a-t-elle coïncidé avec les propositions du présent rapport?

2. Les progrès économiques du Canada ont-ils à peu près suivi la cadence prévue par le Conseil économique du Canada de manière à permettre que la répartition de la recherche en sous-catégories soit maintenue comme il est proposé dans le présent rapport? Les progrès suggèrent-ils au contraire qu'un effort accru soit consacré à certains domaines tels que la pollution et la conservation de l'eau, l'importance des travaux sur le cycle de l'eau étant au contraire diminuée?
3. La répartition sectorielle entre les universités, les gouvernements et le secteur privé a-t-elle été réalisée comme proposé? Cette répartition a-t-elle eu comme résultat un programme de recherches intensives et fructueuses, et la création d'un équilibre entre la formation d'un nouveau personnel qualifié et l'importance des offres d'emploi correspondantes?
4. Dans quelle mesure les divers types d'instituts de recherche se sont-ils développés? Un examen des progrès réalisés par divers types d'organisations devrait comprendre (a) les instituts gouvernementaux non universitaires mais avec participation des universités et du secteur privé tel que le Centre canadien pour les eaux intérieures à Burlington; (b) les instituts gouvernementaux universitaires tels que l'Institut des eaux douces (FRB = IED) à l'Université du Manitoba; et (c) les instituts universitaires inter-disciplines du type proposé dans la section VI.3. Cet examen guiderait sur les dispositions les plus efficaces à prendre pour de grands centres de recherche dans le domaine de l'eau. La question devrait être étudiée sous plusieurs angles; on devrait en particulier examiner le bénéfice tiré par le pays des résultats de la recherche, et la contribution apportée par les centres à la formation de nouveaux spécialistes dans le domaine des ressources en eau.

# Appendices

## Appendice I

### Membres du Comité Consultatif du Secrétariat des sciences sur la recherche dans le domaine des ressources hydrauliques

- Atkinson, H.J. Service des recherches, ministère de l'agriculture, Ottawa
- Ayers, H.D. Département du génie agricole,  
Université de Guelph, Guelph, Ontario
- Bailey, R.E. Ministère de l'agriculture de l'Alberta,  
Edmonton, Alberta
- Barber, C.E. Département des sciences économiques, Université du Mani-  
toba, Winnipeg, Manitoba
- Brown, I.C. Comité national canadien pour la décennie internationale de  
l'hydrologie, Ottawa
- Bruce, J.P.\* *(Président)* Section des eaux intérieures, Ministère de l'énergie,  
des mines et des ressources, Burlington, Ontario
- Cavadias, G.S. École supérieure de commerce, Université McGill,  
Montréal, Québec
- de Laet, C.H. Conseil canadien des ministres des ressources,  
Montréal, Québec
- Durrant, E.F. Section des eaux intérieures, Ministère de l'énergie,  
des mines et des ressources, Ottawa
- Fisher, C.P. Division du génie de la santé publique, Ministère de la santé  
publique et du bien-être social, Ottawa
- Fletcher, H.F. Département des programmes et de la planification, Ministère  
de l'énergie, des mines et des ressources, Ottawa
- Fulton, J.F. Comité national canadien pour la décennie internationale de  
l'hydrologie, Ottawa
- Gibbons, N.E. Division des Biosciences, Conseil national de recherche,  
Ottawa
- Harris, A.J. Commission des ressources en eau de l'Ontario,  
Toronto, Ontario
- Jeffrey, W.W. Faculté des forêts, Université de la Colombie canadienne,  
Vancouver, B.C.
- Logie, R.R. Ministère des pêcheries,  
Ottawa

---

\*Au commencement de l'étude, M. Bruce appartenait à la Section météorologique, Minis-  
tère canadien des Transports.

- McIntyre, R.R.** Ministère des forêts et du développement rural,  
Amherst, Nouvelle-Écosse
- MacNeill, J.W.** Département des programmes et de la planification, Ministère  
de l'énergie, des mines et des ressources, Ottawa
- Prince, A.T.** Section des eaux intérieures, Ministère de l'énergie, des mines  
et des ressources, Ottawa
- Raudsepp, V.** Section des investigations dans le domaine de l'eau, Ministère  
des terres et forêts et des ressources hydrauliques,  
Victoria, C.C.
- Sewell, W.R.D.** Département de géographie, Université de Victoria, C.C.
- Slivitzky, M.** Ministère des richesses naturelles du Québec,  
Québec
- Tully, J.P.** Bureau de recherche des pêcheries, Ottawa  
(également secrétaire du Comité canadien sur la pollution  
des eaux et secrétaire du Comité canadien pour l'océano-  
graphie)

## Appendice II

PRIVY COUNCIL OFFICE



BUREAU DU CONSEIL PRIVÉ

SCIENCE SECRETARIAT

CANADA

SECRETARIAT DES SCIENCES

### RECHERCHES en RESSOURCES HYDRAULIQUES

1967

Monsieur,

Il est devenu évident au cours de la dernière décennie, que les ressources hydrauliques représentent pour le Canada, l'une de ses meilleures valeurs. Peut être même, à la longue, deviendront—elles le plus important facteur des ressources naturelles.

Le développement et la gestion intelligente de cette ressource naturelle vitale nécessitent une connaissance semblable à celle que l'on obtient par un programme de recherche équilibré.

Cependant, jusqu'à maintenant, nous n'avons guère qu'une idée fragmentaire de la nature et de l'ampleur des recherches accomplies par les canadiens en ce domaine. Si l'on veut, par exemple faire une comparaison valable des travaux de recherche dans d'autres champs d'action avec celui de la recherche en ressources hydrauliques, nous ne pouvons ni faire un estimé raisonnable des dépenses, ni évaluer avec sagacité l'ordre de grandeur des travaux à entreprendre pour le développement et la gestion saine de cette ressource.

L'absence de renseignements couvrant l'ensemble des recherches en ressources hydrauliques est un sujet d'inquiétude, tout autant pour les différents niveaux de gouvernements que pour les universités et le secteur privé. En reconnaissance de cette situation, deux comités fédéral-provincial chargés des ressources hydrauliques, ont approuvé qu'une étude soit entreprise par le Secrétariat des Sciences. Ces comités, le Conseil Canadien des Ministres de Ressources et le Comité National Canadien à la "Décennie Hydrologique internationale" (I.H.D.) ont en plus de leur appui, fourni une liste de personnalités, d'institutions et d'organismes de qui nous sollicitons des renseignements.

Le Secrétariat des Sciences, avec l'aide et les conseils d'un groupe consultatif composé de vingt-deux membres, dont une liste est jointe à cette lettre, a préparé deux questionnaires.

L'un de ces questionnaires, appelé questionnaire de projets scientifiques, est destiné aux scientifiques faisant individuellement des travaux de recherche. Le formulaire s'attache donc à obtenir la description des projets mêmes, et sera normalement complété par le scientifique en charge des projets.

Le second, appelé questionnaire administratif, est destiné aux administrateurs sous le contrôle desquels se poursuivent des recherches et des travaux. Ce formulaire s'attachera donc à obtenir des renseignements d'ordre général tel que le coût et la quantité de main-d'œuvre d'une unité, d'une section ou d'une division. Il est évident que le second questionnaire recueillera plus fréquemment des informations relatives à plusieurs projets.

Ces deux formulaires ont en commun une liste des catégories de recherches en ressources hydrauliques (voir page 2) ainsi qu'un questionnaire supplémentaire intitulé "Evaluation des besoins de la recherche" (voir page 4).

Si votre institution ou organisme ne poursuit pas de recherches en ressources hydrauliques, veuillez ne compléter que la section "Evaluation des besoins de la recherche" ainsi que les renseignements relatifs à votre identité (question 1, page 3).

Les réponses à ces questionnaires seront révisées, classées par ordinateur et analysées par le Secrétariat des Sciences. La classification ainsi que les analyses seront effectuées par le même groupe-conseil qui a élaboré les questionnaires. Les recommandations qui découleront de ces analyses seront publiées dans un rapport en même temps qu'un résumé du classement des réponses. Ce rapport sera à la disposition de tous ceux qui auront répondu aux questionnaires.

Le développement de la politique de recherche en ressources hydrauliques dépend des résultats de l'enquête. Votre coopération à l'établissement aussi complet que possible de cet inventaire sera grandement appréciée.

Après avoir rempli les pages 3 et 4, veuillez les renvoyer au Secrétariat des Sciences dans l'enveloppe ci-jointe. Afin que votre réponse possède toute sa portée, veuillez nous la faire parvenir avant 10 octobre 1967.

Veuillez croire, monsieur, à l'expression de mes sentiments distingués.

J. R. WEIR,  
Directeur,  
Secrétariat des Sciences.

*If you wish, a questionnaire in English will be sent on request.*

## DESCRIPTION DES DIFFERENTES CATEGORIES DE RECHERCHES EN RESSOURCES HYDRAULIQUES

### 100. NATURE DE L'EAU.

La catégorie 100 traite de la recherche fondamentale au sujet de l'eau en tant qu'élément naturel.

101. Propriétés de l'eau. Etudes des propriétés physiques et chimiques de l'eau sans oublier son comportement thermodynamique dans des différents états.

102. Solutions aqueuses et suspensions. Etudes des différents solutés sur les propriétés de l'eau; des interactions de surface; des suspensions colloïdales.

### 200. CYCLE DE L'EAU.

La catégorie 200 couvre l'étude des processus naturels impliquant la présence d'eau. Ceci représente un effort essentiel initial pour la progression des problèmes d'application des catégories subséquentes.

201. Général. Comprend les études impliquant au moins deux phases du cycle de l'eau tel que les modèles hydrauliques suivants: relations entre pluie et écoulement, relations entre eaux de surface et eaux souterraines; Etude du partage territorial des eaux; de la géomorphologie.

202. Précipitations. Comprend l'investigation des variations de précipitations dans le temps et l'espace; des effets physiographiques; des variations saisonnières et tendances à long terme; des extrêmes; du maximum de précipitation probable; de la structure des orages; de la prévision quantitative des précipitations.

203. Neige et glace. Comprend l'étude de la présence et de la thermodynamique de l'eau à l'état solide dans la nature; des variations dans l'espace des neiges et gelées; de la formation de la glace; du permafrost et de ses effets sur les eaux souterraines ainsi que du cycle de l'eau; glaciers, débâcles en rivière et sur les lacs.

204. Evaporation et transpiration. Comprend l'étude du processus d'évaporation des lacs, du sol, de la neige et des processus de transpiration des plantes; des méthodes d'estimation de l'évapotranspiration réelle; de la balance d'énergie.

205. Cours d'eau. Comprend la mécanique des courants; l'acheminement des crues; des remblais de bassin de réserve; des variations dans l'espace et le temps (qui comprend la fréquence des maxima et minima des cours d'eau); des sécheresses; des inondations.

206. Les eaux souterraines. Comprend l'étude de la mécanique des déplacements des eaux souterraines; des systèmes à phases multiples des sources de recharge naturelle; de la mécanique des écoulements vers les puits et les drains; des effondrements de terrains; des propriétés des terrains aquifères; des intrusions d'eaux salines dans les terrains aquifères côtiers.

207. Les eaux d'infiltration. Comprend l'infiltration, l'écoulement et la réserve naturelle de l'eau dans des zones à l'air libre y compris dans la terre.

208. Lacs. Comprend le régime hydrologique, hydrochimique et thermique des lacs; la fluctuation du niveau des eaux; courants et vagues.

209. L'eau et les plantes. Comprend le rôle des plantes dans le cycle hydrologique; les besoins en eau des plantes; l'interception des précipitations.

210. Erosion et sédimentation. Comprend les études des processus d'érosion; la prédiction de l'endement en eau des terrains sédimentaires; la sédimentation des lacs et réservoirs; l'érosion par les cours d'eau; l'évaluation des variations du lit des rivières.

211. Processus chimiques. Comprend l'interaction chimique de l'eau et de son voisinage naturel; la chimie des précipitations.

212. Les problèmes estuariens. Comprend les problèmes exclusifs au voisinage des estuaires et des embouchures; les effets des marées sur les courants et leurs évolutions; la sédimentation dans les estuaires; l'intrusion des eaux marines dans les estuaires.

### 300. RESSOURCES HYDRAULIQUES, AUGMENTATION ET CONSERVATION.

Parallèlement à l'accroissement des besoins en eau, nous nous devons d'accorder plus d'attention aux méthodes permettant la conservation et l'augmentation des réserves disponibles.

La recherche de cette catégorie 300 est principalement axée sur les problèmes de ce secteur.

301. Conversion des eaux salines. Recherche et développements relatifs aux méthodes de désalinisation des eaux de mer et des eaux saumâtres.

302. Amélioration de la production d'eau. Accroissement de la vitesse du courant des cours d'eau ou amélioration de leur distribution à l'aide de programmes d'aménagement du territoire; récupération de l'eau des terrains imperméables; contrôle phréatique; suppression de l'évaporation des réservoirs.

303. Utilisation des eaux usées. Recherche sur les méthodes d'utilisation agricole des eaux de haute salinité; résistance des cultures à la salinité; utilisation industrielle des eaux de mauvaise qualité.

304. Conservation des eaux d'usage domestique. Méthodes réduisant la consommation domestique sans toutefois affecter la qualité du service.

305. Conservation des eaux d'usage industriel. Réduction à la fois de la consommation et de la diversité des besoins industriels.

306. Conservation des eaux d'usage agricole. Règles d'irrigation plus efficaces; contrôle chimique de l'évaporation et de la transpiration; utilisation des eaux souterraines par les plantes; utilisation optimum de l'humidité du sol, etc.

307. Modification locale du climat. Stimulation artificielle des précipitations; modifications climatiques par modifications des surfaces de terre et d'eau, etc.

400. RESERVES HYDRAULIQUES, CONTRÔLE ET GESTION. Cette catégorie 400 comprend la recherche axée sur la gestion des réserves hydrauliques ainsi que des effets des activités connexes. Il est fait exception de la conservation.

401. Contrôle des eaux de surface. Effets de l'aménagement du territoire sur l'écoulement; l'irrigation; les poches d'eau; etc.

402. Gestion des eaux souterraines. Réapprovisionnement artificiel; relation avec l'irrigation.

403. Effets sur l'eau des activités humaines. Impact de l'urbanisation, des complexes routiers, de l'abattage forestier, etc. sur la production et la rapidité des déplacements de l'eau.

500. QUALITE DE L'EAU, GESTION ET PROTECTION. L'augmentation de la population accroît la quantité des rejets et autres polluants qui se fraient un passage jusqu'à nos réserves d'eau. La catégorie 500 traite donc des méthodes d'identification, de description et de contrôle de cette pollution.

501. Identification des polluants. Techniques d'identification des polluants physiques, chimiques et biologiques; mesures rationnelles sur la quantité et la qualité des agents de pollution.

502. Origine et effet final de la pollution. Détermination des sources de la pollution dans l'eau; nature de la pollution suivant les sources; trajet des agents de pollution de leur source jusqu'au cours d'eau ou aux nappes souterraines; prédiction des concentrations de pollution, y compris la prédiction par modèles mathématiques; effet de la couverture de glace sur la quantité d'oxygène dissout et éventuellement des polluants des lacs et cours d'eau, etc.

503. Effet de la pollution. Définition de l'effet prolongé des polluants seuls ou en combinaison, sur l'homme, la vie aquatique, l'agriculture et l'industrie; eutrophication; influence sur les polluants d'une couverture de glace de durée prolongée, etc.

504. Traitement des eaux de rebut. Recherche pour l'amélioration des méthodes de traitement conventionnelles afin d'accroître l'efficacité ou de réduire le coût; procédés pour le traitement de nouveaux types de rejets; méthodes de traitement perfectionné pour une élimination plus complète des polluants y compris la purification pour le réemploi immédiat.

505. Enlèvement des rejets. Entreposage définitif des résidus après traitement des eaux usées et des égouts; enlèvement des saumures; entposage souterrains des rejets.

506. Purification de l'eau. Développement de méthodes plus économiques et plus efficaces pour une purification des eaux convenant aux usages domestiques ou industriels.

507. Contrôle de la qualité de l'eau. Recherche pour l'édification de méthodes de contrôle de la qualité de l'eau des cours d'eau et des bassins de réserve, tel que par exemple, l'augmentation de la vitesse du courant; Aération des réservoirs et cours d'eau; contrôle de la pollution naturelle; contrôle de la pollution par les pesticides et les produits chimiques agricoles; contrôle du drainage des acides miniers; contrôle de l'érosion et de la sédimentation, etc.

### 600. ASPECTS SOCIAUX, ECONOMIQUES ET INSTITUTIONNELS.

Les problèmes que présente l'accomplissement d'un plan optimum de développement hydraulique deviennent de plus en plus complexes. La catégorie 600 couvre la recherche visant à déterminer le meilleur moyen d'organisation, les critères de planification appropriés ainsi que la nature des aspects économiques légaux, aussi bien qu'institutionnels, du processus de planification.

601. Planification. Application des analyses de système pour l'élaboration de la planification; traitement des incertitudes; étude des probabilités; alternatives indépendantes.

602. Processus d'évaluation. Développement des méthodes, concepts et critères pour l'évaluation des avantages du projet; réduction des taxes; durée du projet; méthodes couvrant les projections économiques, sociales et technologiques; fiabilité des projections; recherches visant à établir le degré de pureté satisfaisant à chaque utilisation.

603. Etablissement d'un budget approprié, répartition des dépenses, coût et remboursement. Recherche sur les méthodes du calcul des remboursements et d'établissement des prix pour les produits de consommation; techniques d'allocation des dépenses; répartition des dépenses; politique de remboursement.

604. Besoins en eau. Recherches sur la qualité et la quantité des besoins en eau pour différents usages.

605. Lois concernant l'eau. Etude des lois fédérales et provinciales concernant l'eau en vue de changements et d'additions ayant pour but d'encourager un emploi plus efficace de l'eau.

606. Aspects institutionnels. Investigation des structures et contraintes institutionnelles influençant les décisions au sujet de l'eau à tous les niveaux de gouvernements; étude des cas; problèmes juridiques.

607. Aspects sociologiques et psychologiques. Attitude face à l'emploi de l'eau; perception des responsabilités; adaptation aux changements, etc.

608. Influence écologique des développements hydrauliques. Effets causés par les opérations de gestion sur toute l'écologie, y compris l'écologie humaine, dans une région donnée. Ceci exclut les effets de la pollution mentionnés au paragraphe V.C.

### 700. REPERTOIRE D'INFORMATION SUR LES RESSOURCES HYDRAULIQUES.

La planification et la gestion des ressources hydrauliques nécessitent la collation d'information. Cette catégorie 700 traite des recherches orientées vers le choix des renseignements ainsi que des méthodes les plus efficaces pour accomplir ce choix. La collation des données de base n'est pas ici considérée comme recherche, mais les études des moyens pour améliorer la collation des données fait partie de la recherche.

701. Etablissement du réseau. Etudes de la valeur des renseignements et des méthodes les plus efficaces pour leur collation.

702. Acquisition des renseignements. Recherche sur la fabrication d'instruments nouveaux et sur l'établissement de techniques nouvelles et améliorées pour la collation des données relatives aux ressources hydrauliques. Ceci inclut les renseignements ayant trait à l'utilisation de l'eau ainsi que les dommages causés par l'érosion; équipement téléométrique.

703. Evaluation, traitement et publication des données. Etude des méthodes les plus efficaces pour le traitement des données; forme et caractère des renseignements publiés; carte des renseignements.

### 800. TRAVAUX DE GENIE.

L'application des plans de développement hydraulique nécessite des travaux de génie.

La catégorie 800 s'occupe de la recherche sur la conception, sur les matériaux et les constructions employés spécifiquement pour la gestion des ressources hydrauliques. Les travaux applicables à un but spécifique déterminé tel que la purification des eaux ou leur désalinisation sont classés ailleurs si une autre catégorie convient mieux.

801. Spécification et conception. Etude du fonctionnalisme des constructions hydrauliques; recherche tendant à l'amélioration du dessin des barrages, des canaux, des pipelines, des écluses, des passages de poissons et autres travaux nécessaires pour le développement des ressources hydrauliques.

802. Matériaux. Recherches en vue d'améliorer les matériaux de construction existants déjà ainsi que le développement de matériaux nouveaux employés au contrôle des eaux et des constructions permettant le transport des eaux.

803. Mode opératoire. Recherches sur l'efficacité des procédés d'opération et d'entretien pour le contrôle des eaux.

ENQUETE SUR LES RECHERCHES EN RESSOURCES HYDRAULIQUES AU CANADA

**QUESTIONNAIRE POUR PROJETS SCIENTIFIQUES**

Un projet scientifique est un sujet de recherche qui n'a normalement qu'un objectif unique et qui est généralement accompli en quelques mois ou quelques années.

**1. Institution ou organisme**.....

Nom et adresse.....  
.....

NOTE: Si l'institution ou l'organisme est ramifié, tel qu'un ministère ou une université, veuillez alors indiquer le nom de la division ou du département qui pourra fournir directement des renseignements supplémentaires sur le ou les projets.

**2. Période faisant l'objet du présent rapport.**

NOTE: La période couverte par le présent questionnaire devrait être d'une durée d'un an, de l'année légale 1966 ou lorsque cela conviendra mieux, de la plus proche année fiscale. (Par exemple pour les organismes fédéraux F.Y. 1966-67.)

De ..... mois ..... année .....  
à ..... mois ..... année .....

**REMPLEIR PAR LE BUREAU**

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**RENSEIGNEMENTS RELATIFS AUX PROJETS**

NOTE: Les questions de 3 à 13 devraient recevoir une réponse pour chaque projet. L'espace ici est prévu pour trois projets, si nécessaire, veuillez vous servir de formulaires supplémentaires ou ajouter d'autres feuilles en ayant soin d'indiquer devant les réponses le numéro des questions du formulaire.

**3. Nom du projet. (Vingt mots ou moins)**.....

Brève description de l'objet du projet.....  
.....

**3. Nom du projet. (Vingt mots ou moins)**.....

Brève description de l'objet du projet.....  
.....

**3. Nom du projet. (Vingt mots ou moins)**.....

Brève description de l'objet du projet.....  
.....

**4. Sous-catégorie de recherche**

NOTE: Veuillez inscrire le numéro de code (nombre de trois chiffres) qui convient le mieux à la sous-catégorie dont vous trouverez la description en page 2.

**5. Nom du scientifique en charge du ou des projets**

Nom de famille

Prénoms

**6. Travaux exécutés pendant l'année considérée.**

Indiquer le nombre d'hommes-année

(Plus petite quantité, 0,1 homme-année.)

pour chacune des classifications ci-contre

Assistants diplômés ou non

Techniciens

**7. Ce projet a-t-il été demandé par un autre organisme?**

**8. Ce projet a-t-il été accompli en coopération avec un autre organisme pendant l'année considérée?**

NOTE: Coopération sous-entend ici qu'un projet a été accompli par deux organismes ou plus qui ont été activement engagés dans la recherche, qui ont fourni des instruments ou des conseils techniques. Le support financier seul n'est pas considéré comme coopération.

**9. Durée du projet. Ce projet a été commencé le**

mois

année

et devrait être terminé le

mois

année

**10. Coût du projet. (Pour la période considérée.)**

NOTE: N'inclure que le coût direct. Les dépenses d'opération comprennent les salaires, les dépenses de déplacement et l'équipement non-récupérable. Les dépenses de capital comprennent les instruments et les stations d'observation. Ne pas inclure la dépréciation du capital ni les allocations s'y rattachant.

Opération en milliers de \$

Capital en milliers de \$

Total en milliers de \$

**11. Indiquer les sources de financement de la question numéro 10 par un pourcentage approximatif de la distribution**

Fédéral

Provincial

Université

Industrie

Autres sources d'origine canadienne

(Spécifier)

Etrangères

**12. En assignant la valeur 100 aux dépenses encourues au cours de l'année précédente, estimez la proportion qui sera dépensée au cours de l'année suivante. (Exemple: si les dépenses encourues en 1965 ont été 20% moindres qu'en 1966 et que le projet fut complété en 1966, indiquer 80 pour 1965 et 0 pour 1967).**

**13. Veuillez donner la liste des titres, groupés par projet, des publications, rapports et mémoires publiés à la suite de ces projets.**

|               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| 11            | 11            | 11            |
| 14            | 14            | 14            |
| 17            | 17            | 17            |
| 20            | 20            | 20            |
| 23            | 23            | 23            |
| 26            | 26            | 26            |
| oui 29        | non 29        | oui 29        |
| oui 30        | non 30        | oui 30        |
| oui 30        | non 30        | oui 30        |
| 31            | 31            | 31            |
| 19.....<br>32 | 19.....<br>32 | 19.....<br>32 |
| 34            | 34            | 34            |
| 19.....<br>35 | 19.....<br>35 | 19.....<br>35 |
| 37            | 37            | 37            |
| 40            | 40            | 40            |
| 43            | 43            | 43            |
| 47            | 47            | 47            |
| 57            | 57            | 57            |
| 59            | 59            | 59            |
| 62            | 62            | 62            |



**7. Techniciens employés (en hommes-année)**  
 Classez suivant les disciplines.  
 Pour l'année 1966 indiquez les valeurs réelles.  
 Pour 1967-68-69 indiquez les additions prévues.

| Métier ou discipline | homme-année |      |      |      |
|----------------------|-------------|------|------|------|
|                      | 1966        | 1967 | 1968 | 1969 |
| 67                   | 68          | 70   | 72   | 74   |
| 76                   | 77          | 79   | 81   | 83   |
| 5                    | 6           | 8    | 10   | 12   |
| 14                   | 16          | 17   | 19   | 21   |
|                      |             |      |      |      |
|                      |             |      |      |      |
|                      |             |      |      |      |

**8. Au cas où les travaux de recherches auraient été réduits en 1966, veuillez, à l'aide de la liste ci-contre en indiquer les raisons. Employez le chiffre 1 pour la raison majeure, le chiffre 2 pour la suivante et ainsi de suite.**

- (a) Manque de personnel professionnel
- (b) Manque de techniciens
- (c) Manque de fonds
- (d) Locaux insuffisants
- (e) Equipement insuffisant
- (f) Autres (specifier).....

23

**9. Nature des projets prévus pour 1967.**

- 9.1 Nom et description (une ligne)..... Chiffre-code de la sous-catégorie de recherche..... 25
  - 9.2 Nom et description (une ligne)..... Chiffre-code de la sous-catégorie de recherche..... 28
  - 9.3 Nom et description (une ligne)..... Chiffre-code de la sous-catégorie de recherche..... 31
  - 9.4 Nom et description (une ligne)..... Chiffre-code de la sous-catégorie de recherche..... 34
  - 9.5 Nom et description (une ligne)..... Chiffre-code de la sous-catégorie de recherche..... 37
- (Voir code page 2)

**EVALUATION DES BESOINS POUR LA RECHERCHE**

1. Si l'on pouvait passer outre les problèmes de main-d'œuvre et autres restrictions, quels seraient les projets de recherche permettant de satisfaire entièrement aux buts de votre institution ou organisme? Il est entendu qu'il s'agit ici de projets nouveaux en plus de ceux qui ont déjà été terminés, qui sont en cours ou dont la réalisation est inscrite dans vos activités futures.

Veuillez faire une liste de ces projets nouveaux par ordre de priorité en indiquant l'échelle de grandeur des dépenses envisagées ainsi que de la main-d'œuvre requise pour leur accomplissement.

2. Compte tenu de vos propres connaissances relatives aux travaux de recherches en ressources hydrauliques en cours, au Canada ou ailleurs, ainsi que des problèmes que le Canada doit affronter, quelle branche de la recherche en ressources hydrauliques devrait, d'après vous, recevoir le plus d'attention en ce moment?

3. Les résultats disponibles des recherches en ressources hydrauliques avec lesquels vous êtes le plus familier sont-ils appliqués avec autant d'efficacité qu'ils le devraient au Canada? S'ils ne le sont pas, quels sont les principaux obstacles à l'efficacité de leur application?

Après avoir complété les pages 3 et 4, veuillez les retourner (ainsi que les feuilles supplémentaires utilisées) à: Water Resources Research Survey, Privy Council Office, Science Secretariat, 110 Argyle Avenue, Ottawa 4, Ont. Des enveloppes affranchies sont incluses.

Rapport spécial  
sur la contribution de la recherche  
en sciences sociales à la gestion des  
ressources hydriques du Canada

*par*

W. R. Derrick Sewell

*Département des sciences économiques  
Université de Victoria*

## **REMERCIEMENTS**

L'auteur désire exprimer ses remerciements pour l'aide que lui ont apportée J. Elizabeth McMeiken, R. W. Robertson, et Robert Munro dans la préparation du présent rapport. Les commentaires et suggestions présentés par le Comité de direction et le Comité Consultatif du Secrétariat des sciences au sujet de la première rédaction ont été pour lui d'une valeur inestimable. L'auteur conserve la responsabilité des erreurs par omission ou par action. Les opinions exprimées sont également les siennes.

W. R. D. S.

## TABLE DES MATIÈRES

|   | PAGE |
|---|------|
| REMERCIEMENTS.....  | 127  |
| SECTION 1. INTRODUCTION.....  | 131  |
| SECTION 2. PROBLÈMES MAJEURS CONCERNANT LES RESSOURCES HYDRIQUES AU CANADA: classifications possibles.....  | 135  |
| 1. Questions actuelles.....   | 136  |
| 2. Incidences géographiques.....  | 137  |
| 3. Disciplines intéressées.....   | 138  |
| 4. Stades du processus de planification et de réalisation.....  | 139  |
| 5. Éléments de base de décisions.....   | 140  |
| 6. Combinaison des classifications.....   | 144  |
| SECTION 3. RECHERCHE EN SCIENCES SOCIALES NÉCESSAIRE DANS LE DOMAINE DE LA GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES.....  | 145  |
| 1. Estimation de l'importance des ressources.....   | 146  |
| 2. Détermination des utilisations de l'eau et des solutions de rechange aux problèmes concernant l'eau.....   | 147  |
| 3. Identification et mesure des incidences de l'exploitation des ressources en eau.....   | 149  |
| 4. Le rôle des Guides sociaux dans l'aménagement des ressources en eau.....   | 151  |
| 5. Valeur des informations et recherches supplémentaires.....   | 156  |
| SECTION 4. VERS UNE EXTENSION DES RECHERCHES SUR LES DIMENSIONS HUMAINES DE LA GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES.....  | 157  |
| 1. Politiques de subvention à la recherche.....   | 158  |
| 2. Améliorations dans la liaison.....   | 160  |
| 3. Amélioration de la diffusion des résultats.....  | 161  |
| SECTION 5. RECOMMANDATIONS.....   | 162  |
| TABLEAUX.....   | 165  |
| APPENDICE.....  | 183  |
| LISTE DES TABLEAUX  |      |
| 1. Problèmes et questions actuels.....  | 166  |
| 2. Problèmes de gestion des ressources en eau classés par incidence géographique.....   | 167  |
| 3. Problèmes de gestion des ressources en eau classés par domaines d'intérêt professionnel.....   | 169  |
| 4. Problèmes de gestion des ressources en eau classés d'après les phases de la planification et de l'aménagement.....   | 171  |
| 5. Problèmes de gestion de l'eau classés par nature des éléments intervenant dans les décisions.....  | 173  |
| 6. Dépenses (1966) relatives aux catégories de recherches sur les ressources en eau mentionnées dans le questionnaire du Secrétariat des Sciences.....                              | 176  |
| 7. Dépenses relatives aux recherches effectuées dans le domaine des sciences sociales sur la gestion des ressources en eau.....   | 177  |
| 8. Types d'études économiques nécessaires dans le domaine de la gestion de l'eau au Canada.....   | 178  |
| 9. Résumé des types de recherche nécessaires sur les aspects légaux et institutionnels de la gestion des ressources en eau du Canada.....   | 180  |
| 10. Séance du Secrétariat des sciences—Aspects sociaux, économiques et institutionnels de la recherche sur les ressources en eau—Toronto—5-6 juin 1967, Liste des participants..... | 181  |

# LA CONTRIBUTION DE LA RECHERCHE EN SCIENCES SOCIALES À LA GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES DU CANADA

## Section 1

### INTRODUCTION

Un des traits les plus importants de la dernière décennie a consisté dans un accroissement des débats publics sur la gestion et l'emploi des ressources hydriques du Canada. Si l'exploitation des ressources hydriques a souvent provoqué des discussions publiques au Canada, c'est en particulier parce que ce genre d'exploitation a entraîné d'importantes conséquences économiques, sociales et politiques. Le fait nouveau consiste dans l'intensité et la continuité des discussions. Les problèmes du domaine de l'eau sont maintenant devenus des sujets de première importance dans les campagnes politiques. Ils ont engendré d'aigres discussions entre les provinces et le gouvernement fédéral, et entre le Canada et les États-Unis. On a dû leur consacrer, ces dernières années, une proportion croissante de temps à la Chambre des communes et dans les diverses législatures provinciales; ils ont, dans une mesure accrue, attiré l'attention des divers media de grande information.

L'éveil récent de l'intérêt porté par le public canadien aux problèmes concernant l'eau est dû à plusieurs raisons. L'une d'elles consiste dans le nombre et la complexité croissants des conflits survenant à propos de l'utilisation de l'eau.<sup>1</sup> Au fur et à mesure que la population a augmenté, que l'industrie s'est développée, et que des aménagements urbains ont été entrepris, la concurrence concernant l'utilisation de sources particulières d'eau s'est intensifiée; il en est quelquefois résulté de sévères conflits d'intérêts entre usagers de l'eau. Une autre raison réside dans la demande croissante pour une amélioration du milieu environnant. Les Canadiens ne se contentent plus de voir leur revenu croître. Ils désirent également des progrès dans la région où ils vivent, travaillent, et prennent leurs récréations. Une prise de conscience des effets de l'urbanisme et de l'industrialisation s'est soudainement produite. Dans de nombreuses parties du pays, les problèmes de pollution de l'air et de l'eau figurent maintenant dans les sujets les plus populaires de discussions publiques<sup>2</sup>. L'accroissement de la richesse conduit à une

---

<sup>1</sup> Pour discussions de ces questions, voir Conseil canadien des ministres des ressources, *The Administration of Water Resources in Canada*, Montréal, 1965, et K. Kristjanson and W. R. D. Sewell, «Water Management Problems and Issues in Canada», *Resources for Tomorrow Conference Background Papers*, Imprimeur de la Reine, Ottawa 1961, Vol. 1, pp. 205-210.

<sup>2</sup> Voir Conseil canadien des ministres des ressources, *National Conference on Pollution and our Environment, Background Papers and Proceedings*, Montréal 1966.

augmentation simultanée des loisirs, qui, à son tour, engendre des demandes croissantes d'installations extérieures de récréation<sup>3</sup>. Les gouvernements sont l'objet de pressions accrues les invitant à résoudre les problèmes de pollution et à augmenter les possibilités de récréation à l'extérieur.

Un troisième sujet de débats publics concerne les rôles respectifs que devraient jouer les divers gouvernements dans l'exploitation des ressources hydriques. L'Acte de l'A.N.B. affecte aux provinces les ressources existant sur leurs territoires. A part l'utilisation de ces ressources dans certains buts (navigation, pêche, agriculture) et excepté les cas donnant lieu à des problèmes interprovinciaux ou internationaux, cet Acte laisse aux provinces la liberté absolue d'exploiter leurs ressources comme elles l'entendent<sup>4</sup>. Il est cependant devenu chaque jour plus clair, ces dernières années, que par leur nature et leur envergure, beaucoup de problèmes concernant l'eau dépassent la compétence provinciale. Il en est particulièrement ainsi lorsque les ressources en eau sont partagées entre plusieurs provinces et lorsque les ressources financières et les effectifs techniques provinciaux sont insuffisants pour assurer une exploitation satisfaisante.

Les propositions relatives à la diversion de certaines eaux du Canada vers les États-Unis ont aussi suscité des discussions publiques. Parmi les projets soumis, le plan NAWAPA<sup>5</sup> et le plan du Grand Canal<sup>6</sup> ont particulièrement retenu l'attention. On affirme généralement que le Canada possède de vastes ressources hydriques. Mais l'opinion est divisée sur la question de décider si, et dans quelles conditions, l'exportation d'eau vers les États-Unis devrait être autorisée<sup>7</sup>. Les arguments contre l'exportation reposent essentiellement sur la conception que «le Canada peut dans l'avenir avoir besoin de l'eau en question» et que «l'exportation d'aujourd'hui peut signifier un coût plus élevé de l'eau pour les Canadiens de demain». Il n'est malheureusement pas possible d'apprécier la valeur de ces conceptions. Les données relatives à l'utilisation de l'eau au Canada et au coût probable de

<sup>3</sup> Pour une étude sur la demande croissante d'emplacements réservés à la récréation au Canada, voir Lloyd Brooks, «Demand for Recreation Space in Canada» dans *Regional and Resource Planning in Canada*, Ralph R. Krueger, F. O. Sargent, A. de Vos and Norman Pearson (Eds.), Holt, Rinehart and Winston, 1963, pp. 200-211. Pour une étude sur la demande croissante dans une région, voir J. Howard Richards, «Gross Aspects of Planning and Outdoor Recreation with Particular Reference to Saskatchewan», *Canadian Geographer*, Vol. XI, No. 2, 1967, pp. 117-123.

<sup>4</sup> Voir Bora Laskin, «Jurisdictional Framework for Water Management», *Resources for Tomorrow Conference Background Papers*, Imprimeur de la Reine, Ottawa 1961, Vol. 1, pp. 211-226.

<sup>5</sup> Le programme NAWAPA est décrit dans: U.S. Senate Committee on Public Works, Special Subcommittee on Western Water Development, *Western Water Development*, Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1966.

<sup>6</sup> Le programme Grand Canal est décrit dans Thomas V. Kierans, «The Grand Canal Concept and the Great Lakes», dans Canada, House of Commons Standing Committee on Mines, Forests and Waters, *Minutes of Proceedings and Evidence*, No. 9, Ottawa, Imprimeur de la Reine, 11 mars 1965.

<sup>7</sup> Pour un résumé des divers points de vue, voir W. R. Derrick Sewell, «A Continental Water System: Pipe Dream or Practical Possibility?», *Bulletin of the Atomic Scientists* (Septembre 1967), pp. 8-13. Voir aussi Blair Fraser, «Water Crisis Coming», *Maclean's* 5 mars 1966; page 7 et pp. 30-33; T. Lloyd, «A Water Resource Policy for Canada», *Canadian Geographical Journal* Vol. 73, No. 1, Juillet 1963, pp. 2-17 et E. Kuiper, «Canadian Water Export», *The Engineering Journal*, Juillet 1966, pp 3-8.

l'exploitation de nouvelles sources d'approvisionnement en eau manquent actuellement.

Une cinquième source de discussions concernant l'exploitation de l'eau au Canada réside dans l'accroissement des demandes adressées au trésor public. On l'invite à fournir des biens et des services liés à l'exploitation des ressources en eau, en particulier ceux qu'on ne peut trouver sur le marché. C'est le cas pour les installations destinées à la récréation, à la dépollution des lacs et des eaux courantes, et à la réduction des risques d'inondation. On a demandé quels critères sont applicables à la fixation des montants que le secteur public devrait investir à ce sujet et au choix à faire entre diverses demandes concurrentes de subventions à prélever sur les budgets fédéral et provinciaux<sup>8</sup>.

A la suite des débats qui ont eu lieu sur les sujets précédents, on se demande sérieusement si la politique, les lois et les dispositions administratives actuelles conviennent pour traiter les problèmes de gestion des ressources en eau au Canada. Il est évident par exemple que certaines politiques du passé n'ont pas permis d'atteindre les buts visés. En dépit des dépenses effectuées pour protéger contre les inondations, les pertes causées par ce genre de calamité continuent à croître<sup>9</sup>. Malgré la promulgation de lois et de règlements visant à l'éliminer, la pollution continue à augmenter<sup>10</sup>. Il est non moins clair que les objectifs de la gestion des ressources en eau acquièrent une envergure croissante. La question ne consiste plus à trouver les meilleurs moyens techniques et financiers de résoudre un problème donné concernant l'eau. Elle implique un examen toujours plus étendu des répercussions sur d'autres utilisations de l'eau, des coûts relatifs des solutions de rechange, des aspects esthétiques des problèmes, et ainsi de suite. La nécessité de concilier les buts et les objectifs des différents secteurs administratifs qui étudient la planification dans le domaine de l'eau devient en même temps de plus en plus apparente. Il importe donc de trouver un moyen de coordonner les politiques et les fonctions des organismes concernés<sup>11</sup>. Il est probable que, dans le futur, les considérations économiques, sociales et politiques joueront un rôle plus important dans les décisions relatives à la gestion des ressources en eau. On devra, en conséquence, attacher une importance accrue à la recherche dans le domaine des sciences sociales, de manière à y puiser les informations et les principes directeurs devant intervenir dans les processus de décision.

Les dépenses de recherche dans le domaine des sciences sociales au Canada concernant la gestion des ressources en eau sont actuellement extrêmement faibles. D'après le relevé entrepris par le Groupe d'étude, et d'après

---

<sup>8</sup> Voir P. H. Pearse, «Public Management and Mismanagement of Natural Resources in Canada», *Queen's Quarterly*, Printemps 1966, pp. 86-99.

<sup>9</sup> Voir W. R. D. Sewell, *Water Management and Floods in the Fraser River Basin*, Chicago, University of Chicago, Department of Geography, Research Series No. 100, 1965.

<sup>10</sup> Conseil canadien des ministres des ressources, *op. cit.*

<sup>11</sup> Voir T. M. Patterson, «Administrative Framework for Water Management», *Resources for Tomorrow Conference Background Papers*, Imprimeur de la Reine, Ottawa 1961, Vol. 1, pp. 227-279.

d'autres données, il ressort que ces dépenses sont inférieures à 280,000 dollars par an<sup>12</sup>, c'est-à-dire correspondent environ à 3.3 pour cent de toutes les dépenses effectuées au Canada concernant les problèmes relatifs à l'eau. Cette somme est infime si on la compare aux investissements effectués au Canada pour l'exploitation des ressources hydriques, soit quelque 750 millions de dollars par an, ou aux dépenses consacrées, dans le domaine de la physique, à la gestion de ces ressources. Le Groupe d'étude estime en effet qu'elles s'élèvent annuellement à environ, 8,110,300 dollars<sup>13</sup>. Parmi les problèmes qui retiennent actuellement l'attention, beaucoup peuvent être imputés au manque de prise en considération des dimensions humaines de la gestion des ressources hydriques. Il est clair qu'un effort de recherche grandement accru s'impose à ce sujet. Quel est le montant supplémentaire des fonds nécessaires? Quelles sont les questions dont les solutions présentent un maximum d'urgence? Comment surmonter les obstacles qui s'opposent actuellement à une extension de l'effort de recherche? Quelles modifications apporter aux cadres actuels des institutions pour obtenir la certitude que les résultats des recherches atteindront les milieux chargés de la planification et de l'exploitation des ressources en eau?

Ces questions ont été posées à un groupe de spécialistes des sciences sociales réunis par le Secrétariat des sciences du Bureau du Conseil Privé. Ils représentaient les disciplines suivantes: économie, géographie, planification et sciences politiques. Chacun d'eux a préparé pour le Secrétariat des sciences un rapport exposant ses vues personnelles sur ces questions.

Les spécialistes étaient: M. Michel Chevalier—Université de Montréal, Institut d'urbanisme; D<sup>r</sup> Richard Judy—Université de Toronto, Département de l'économie politique; M. Lionel Ouellet—Université Laval, Département de l'économie politique; D<sup>r</sup> Derrick Sewell—Université de Victoria, Départements de l'économie et de la géographie (Président).

Le groupe a sollicité les avis d'un Comité de direction composé des personnes suivantes: J. P. Bruce, Consultant spécial, Secrétariat des sciences, Conseil Privé; C. de Laet, Secrétaire général, Conseil canadien des ministres des ressources; J. W. MacNeill, Directeur, Service des programmes et de la planification, Ministère de l'énergie, des mines et ressources; M. Slivitzky, Directeur général du domaine de l'eau, Ministère des richesses naturelles du Québec.

Ils ont en outre, lors d'une réunion organisée par le Secrétariat des sciences à Toronto le 5 juin 1967, reçu les avis émis par un groupe d'experts dans le domaine des ressources en eau.

<sup>12</sup> Ces données concernent les dépenses mentionnées dans les catégories 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608 et 700 indiquées dans le questionnaire mis en circulation par le Secrétariat des sciences. Elles concernent les recherches «intérieures» entreprises par les organismes du gouvernement, les recherches exécutées sous contrat pour ces organismes, et les recherches financées par des subventions aux universités.

<sup>13</sup> Ces données concernent les catégories restantes non comprises dans la recherche économique, sociale ou institutionnelle. Des ventilations détaillées des dépenses paraîtront dans le Rapport sur les recherches concernant les ressources en eau du Canada qui sera publié par le Secrétariat des sciences.

Les Consultants expriment leur reconnaissance pour l'assistance qui leur a été apportée, au cours de leur étude, par le Comité de direction, le Secrétariat des sciences, les personnes présentes à la réunion de Toronto, les représentants des organismes de gestion des ressources en eau et leurs collègues de diverses universités du Canada, de France, des États-Unis et du Royaume-Uni. Les opinions exprimées dans les divers rapports préparés à l'occasion de la présente étude sont cependant celles des auteurs.

Le présent rapport a été rédigé par le Président du Groupe. Il a été fait appel aux rapports préparés par chacun des membres et à des informations supplémentaires provenant des sources diverses au Canada, aux États-Unis et au Royaume-Uni. Il traite de quatre sujets principaux:

1. Les problèmes et les questions qui présentent le plus d'importance pour la gestion des ressources en eau au Canada et qui impliquent des considérations économiques, sociales et politiques.
2. Recherche nécessaire à ce sujet dans le domaine des sciences sociales.
3. Effort de recherche actuel et ordres d'urgence des études futures.
4. Obstacles actuels à une extension de l'effort de recherche et moyen de les surmonter.

Le rapport se termine par plusieurs recommandations concernant les mesures à prendre pour obtenir la certitude que les recherches nécessaires seront effectivement entreprises.

## Section 2

### **PROBLÈMES MAJEURS CONCERNANT LES RESSOURCES HYDRIQUES AU CANADA: CLASSIFICATIONS POSSIBLES**

Quels sont les problèmes majeurs concernant la gestion des ressources hydriques au Canada? On a plusieurs fois tenté de répondre à cette question, notamment lors des conférences sur les ressources<sup>14</sup>, lors des auditions du Comité permanent des mines, forêts et ressources hydriques<sup>15</sup>, et à l'occasion de diverses études entreprises sous les auspices du Conseil canadien des ministres dans le domaine des ressources<sup>16</sup>. Les rapports établis à ces occasions fournissent des données utiles bien qu'incomplètes. Le Secrétariat du Conseil canadien des ministres dans le domaine des ressources a tenté, en

---

<sup>14</sup> Voir, par exemple, *Resources for Tomorrow Conference Background Papers*, *op. cit.*; Conseil canadien des ministres des ressources, *op. cit.* et B.C. Natural Resources Conference, *Transactions of the 14th Conference*, Victoria, B.C. 1962.

<sup>15</sup> Canada, House of Commons Standing Committee on Mines, Forests and Waters, *Hearings*, Ottawa, 1960 et 1965.

<sup>16</sup> Conseil canadien des ministres des ressources, *The Administration of Water Resources in Canada*, Montréal, 1966.

vue de la présente étude, de mettre à jour ces données. Il peut exister des omissions dans la liste mise à jour; mais on la considère comme un point de départ satisfaisant pour la réalisation des objectifs du présent rapport.

En vue de faciliter l'examen des recherches nécessaires dans le domaine des sciences sociales, il importe de classer d'une manière ou d'une autre les divers problèmes du domaine de l'eau. Plusieurs classifications sont possibles. En vue de la présente discussion, on a choisi cinq sections qui sont: questions actuelles, incidences géographiques, relations avec les diverses disciplines, stades des processus de planification et d'exploitation, éléments de base des décisions.

### **1. Questions actuelles**

On peut classer les problèmes relatifs aux ressources en eau d'après le degré d'intérêt qu'ils éveillent dans le public. Il existe un large éventail de problèmes, depuis ceux qui ne soulèvent qu'un intérêt minime ou nul, jusqu'à ceux qui engendrent des débats publics passionnés.

A l'une des extrémités de l'éventail figurent les problèmes survenant dans la routine quotidienne d'exécution d'un programme de gestion des ressources en eau. C'est le cas par exemple pour un réservoir utilisé par un service d'eau local. Ce genre de problèmes est d'ordinaire assez simple et la tâche de les résoudre incombe aux organismes utilisateurs. Il n'est que rarement besoin de consulter l'opinion publique sur les mesures à prendre. Ils peuvent généralement être résolus en suivant des processus prévus dans le cadre des organismes existants.

A l'autre extrémité de l'éventail figurent les problèmes qui suscitent des larges débats publics. Le cas se présente surtout lorsque la décision à prendre pourrait conduire à des changements irréversibles ou exclure d'autres possibilités ou utilisations. Les problèmes-type de cette nature provoquent une mise en question des lignes de conduite suivies dans le passé et mettent en doute la possibilité de résoudre ces problèmes dans les cadres institutionnels existants. Les responsables sont d'ordinaire soumis à de fortes pressions pour une décision immédiate. Les problèmes de ce genre peuvent être qualifiés «problèmes de principe». Leur envergure peut être locale, régionale, provinciale ou nationale. A titre d'exemple d'un problème de principe d'envergure nationale dans le domaine de la gestion des ressources en eau on peut citer la pression croissante qui s'exerce en vue d'obtenir une définition des responsabilités incombant aux divers échelons de gouvernement. Quelles fonctions doit remplir le gouvernement fédéral? Dans quelles circonstances doit-il prendre une part active à l'exploitation des ressources?

Entre ces deux extrêmes se situent tous les autres problèmes du domaine de l'eau qui n'ont pas encore acquis un degré d'acuité suffisant pour soulever l'intérêt du public. Il est encore possible de prendre des décisions à leur sujet dans le cadre actuel de politiques de gestion, de lois et d'organisations administratives, ou du moins au prix de modifications mineures de ce

cadre. Le problème des inondations entre dans cette catégorie. Tel est également le cas pour les problèmes d'assainissement et de développement agricole. Quelques-uns des problèmes figurant aujourd'hui dans cette catégorie peuvent par la suite se transformer en questions de principe. Parmi ceux pour lesquels la transformation est proche, figurent la pollution des eaux, les critères applicables à l'attribution de fonds publics pour l'exploitation des ressources en eau, et la politique à suivre à propos des pertes croissantes causées par les inondations.

Les types de problèmes qui peuvent être classés comme mineurs, majeurs ou questions de principe sont indiqués dans le tableau 1 (*infra* p. 166).

## **2. Incidences géographiques**

Un second type de classification est basé sur les incidences géographiques des problèmes. On pourrait par exemple classer les problèmes sur des bases locales, provinciales, nationales ou internationales. Une autre classification pourrait suivre des lignes «régionales» en utilisant des critères variés pour définir une région. Ces critères pourraient être l'urbanisation, les frontières politiques ou les bassins hydrographiques. Les classifications à base géographique ont été les plus fréquemment utilisées dans les discussions relatives aux problèmes concernant les eaux canadiennes.

En vue du présent rapport, on a adopté une classification basée sur des catégories locales, provinciales, interprovinciales, nationales et internationales. Le tableau 2 (*infra*, pp. 167-168), indique les problèmes actuellement existants à ces niveaux et ceux qui se dessinent à l'horizon.

La plupart des problèmes locaux, tels que le drainage, ont une importance relativement faible et peuvent généralement être traités d'une manière satisfaisante par les organismes municipaux ou provinciaux. Il existe cependant d'autres problèmes de plus large envergure, dont les incidences intéressent quelquefois une partie considérable d'une province et dans certains cas deux provinces ou davantage. Notamment en Colombie Britannique, au Manitoba, et en Ontario, certaines graves inondations intéressent plusieurs provinces et couvrent de très grandes superficies. La rareté de l'eau est devenue une préoccupation majeure non seulement dans les provinces des Prairies, mais aussi dans certaines parties du sud de l'Ontario. La pollution est très répandue dans plusieurs provinces. Les problèmes de cette nature peuvent être qualifiés de «régionaux». Ils peuvent dans une certaine mesure être traités d'une manière satisfaisante par la machinerie provinciale existante; mais il devient de plus en plus clair que les incidences géographiques et les envergures de ces problèmes acquièrent des importances accrues; aussi des innovations s'imposent-elles dans les institutions existantes, les lois, les politiques à suivre et les dispositions administratives. La création de nouveaux organismes fédéraux-provinciaux et interprovinciaux et la mise au point de nouveaux programmes s'imposeront à ce sujet.

D'autres problèmes encore peuvent être considérés comme d'importance nationale. Les problèmes dans lesquels les États-Unis sont impliqués sont nationaux par définition. C'est aussi le cas pour l'utilisation et l'exploitation de lacs ou de cours d'eau internationaux. D'autres problèmes sont nationaux en ce sens qu'ils concernent tout le Canada et intéressent par suite toutes les provinces ou la plupart d'entre elles. La pollution devient actuellement un problème national de ce type. Il existe cependant d'autres problèmes qui, bien que de grande portée, ne sont pas d'une manière claire des problèmes nationaux. Tel est le cas pour les inondations et les sécheresses. Les effets de ces calamités sont ressentis bien au-delà des régions dans lesquelles elles se produisent mais il n'existe aucune indication concernant le degré auquel les pertes subies affectent l'économie nationale. Aucune étude n'a à ce jour été entreprise pour estimer l'incidence d'ensemble de ce genre de pertes.

### **3. Disciplines intéressées**

Une troisième classification pourrait être basée sur l'intérêt que les problèmes présentent pour plusieurs disciplines. L'estimation des répercussions économiques d'une exploitation, ou le financement de cette exploitation, pourraient être classés comme problèmes économiques. On pourrait de la même manière classer comme sociologique le problème des bouleversements sociaux causés par la construction des réservoirs. Un autre problème de nature sociologique consiste à supputer le nombre d'individus qui utiliseront les services offerts par un nouveau programme d'exploitation. Les problèmes de définition des frontières de juridiction et d'interprétation de la loi peuvent être catalogués comme problèmes légaux. Les problèmes relatifs à l'interaction qui s'exerce entre différents échelons à l'intérieur d'un gouvernement ou à la réorganisation de structures administratives seraient placés dans la catégorie «considérations politiques» ou «problèmes institutionnels».

Les classifications par disciplines ne contiennent d'ordinaire que deux ou trois catégories. Les ingénieurs, par exemple, parlent fréquemment de «problèmes de génie» ou «autres problèmes». Les économistes, de leur côté, classent souvent les problèmes en «physiques» (ou techniques), économiques, et autres (comprenant ordinairement les problèmes sociaux, biologiques, etc.).

Le tableau 3 (*infra*, pp. 169-170) énumère des problèmes qui semblent devoir intéresser diverses disciplines, savoir le génie, l'économie, la sociologie, la psychologie, le droit, et les sciences politiques. Il est visible que le nombre de sujets touchant aux ressources en eau et auxquels pourraient s'intéresser les chercheurs appartenant à ces disciplines est beaucoup plus grand qu'indiqué dans cette liste. Le tableau fait cependant ressortir le fait que les problèmes intéressent plusieurs disciplines. C'est ainsi que la bonne marche des systèmes d'exploitation des cours d'eau intéresse les ingénieurs, les économistes, les écologistes, les géographes et certainement aussi les représentants d'autres disciplines. De même, les facteurs gouvernant les besoins en eau sont de

nature économique, sociologique et psychologique. La solution de beaucoup des problèmes pointant actuellement à l'horizon exigera des efforts interdisciplines de recherche.

#### **4. Stades des processus de planification et de réalisation**

Les problèmes du domaine de l'eau peuvent également être classés d'après leur relation avec un stade particulier du processus d'exploitation. Les catégories que pourrait comprendre cette classification sont la recherche, le rassemblement des données, la planification, le financement, la mise en œuvre, et la gestion. Bien que ces genres de travaux ne soient pas toujours exécutés par le même organisme, on inclut quelquefois la recherche et le rassemblement des données dans le stade de planification. Le financement et la gestion (ce mot s'appliquant à une installation déjà mise en service) pourraient de la même manière être inclus dans la mise en œuvre.

Comme il est noté dans le tableau 4, (*infra*, p. 171) une des difficultés principales affectant la phase de la recherche consiste dans le fait que les fonds alloués sont insuffisants pour permettre l'étude des aspects économiques, sociaux et institutionnels de la gestion dans le domaine de l'eau. Le montant total des fonds consacrés au Canada à la recherche dans le domaine des ressources naturelles est faible, mais le montant consacré aux aspects sociaux est minuscule. Parmi les recherches entreprises dans le domaine des ressources en eau, l'attention semble se porter essentiellement sur les dimensions physiques et particulièrement sur les aspects hydrologiques et biologiques (tableau 6 *infra*, p. 176). Cette spécialisation reflète partiellement le mode d'attribution des fonds destinés à la recherche. On peut donner comme exemple le Conseil national de recherche dont l'orientation vers les sciences physiques est nette. Lorsqu'ils ont été impliqués dans une recherche relevant des sciences sociales, d'autres organismes du gouvernement fédéral n'ont en général alloué que des aides financières minimales, pour une période de temps limitée, et en vue d'une mission déterminée. Une bonne part de la recherche dans le domaine des sciences sociales a de plus été entreprise par les organismes eux-mêmes.

La question qui se pose est alors la suivante: quels changements dans le processus actuel de financement de la recherche sont nécessaires pour provoquer un accroissement de la recherche en sciences sociales dans le domaine de la gestion des ressources en eau? Parmi les autres problèmes appartenant au stade de la recherche figurent la détermination des priorités entre les demandes concurrentes de fonds, le manque de personnel qualifié pour entreprendre les recherches nécessaires, et le manque de communication entre ceux qui exécutent les études et ceux qui seraient susceptibles d'en utiliser les résultats.

Un grand nombre des données nécessaires pour étudier les aspects économiques, sociaux, et institutionnels de la gestion des ressources hydriques font défaut. Les données recueillies se rapportent souvent à des éten-

dues trop vastes pour être utilisées à l'occasion des études en question; il arrive aussi qu'elles ne soient pas rassemblées assez fréquemment pour refléter l'influence humaine sur la gestion des ressources en eau. Les relevés d'utilisation du terrain, par exemple, fournissent une utile indication sur les modes d'utilisation à un moment particulier. Il se peut que l'année suivante voie se produire des changements radicaux dus à des modifications survenant, par exemple, dans la nature des récoltes. D'autres problèmes résultent du manque d'uniformité des processus de rassemblement des données. Tel est le cas, par exemple, pour les informations relatives à la fourniture d'eau à des municipalités ou des industries. Les organismes de rassemblement des données ne doivent pas supporter seuls le blâme pour ces déficiences. Les spécialistes des sciences sociales sont quelquefois enclins à déclarer simplement que les données leur manquent, mais sans spécifier avec précision celles dont ils ont besoin, ni sous quelle forme et avec quelle fréquence les informations devraient être rassemblées. Il n'en est pas moins clair que si les spécialistes des sciences sociales sont invités à fournir des informations concernant les dimensions humaines des problèmes du domaine de l'eau, il est indispensable de donner une extension considérable au travail de rassemblement des données et des programmes d'analyse. Parmi les problèmes à résoudre concernant le rassemblement des données figurent la détermination des gains économiques à attendre de la connaissance de données additionnelles, la mise au point de techniques plus raffinées pour l'emmagasinage des données et leur récupération, et l'accroissement du rendement des données au moyen d'une extension des programmes d'analyse des données.

De nombreux problèmes sont associés à la planification dans l'exploitation des ressources hydriques. L'un des plus pressants consiste à obtenir la certitude que les études économiques, sociales et institutionnelles sont entreprises en synchronisation avec les autres investigations, et non pas après coup lorsque les recherches sont terminées. Un autre problème consiste à établir un lien entre les planifications dans le domaine des ressources en eau et dans d'autres domaines, par exemple le développement économique régional. Il existe aussi des problèmes de coordination de la planification à l'intérieur des divers échelons gouvernementaux et entre ces échelons. Aujourd'hui, en Amérique du Nord, le problème ne consiste pas tant dans le manque de planification que dans l'absence de coordination entre les organismes planificateurs, dont chacun a ses vues particulières sur ce qui est demandé. Une autre cause de préoccupation réside dans le fait qu'un grand nombre de plans échouent sur les rayons de bibliothèque des planificateurs au lieu d'être dirigés sur les bureaux des législateurs susceptibles de les mettre en application.

Le problème suivant se présente dans le domaine du financement: comment les divers échelons gouvernementaux devraient-ils participer à l'exploitation des ressources hydriques? Le gouvernement fédéral devrait-il subventionner leur exploitation autant que les autres stades de leur gestion?

Dans l'affirmative, sur quelles bases? Une autre difficulté se présente du fait qu'on sollicite des investissements de fonds fédéraux en vue de mises en exploitation jusqu'à maintenant considérées comme relevant d'autres échelons gouvernementaux.

Les problèmes de mise en œuvre et de gestion soulèvent de nombreuses questions concernant les cadres imposés par les lois et les organisations. Il existe, de toute évidence, des points faibles dans quelques-unes des lois en vigueur concernant la gestion des ressources hydriques; c'est le cas lorsqu'elles encouragent des utilisations de l'eau d'une classe inférieure à l'utilisation optimale, ou lorsqu'elles ne laissent aucun choix dans les décisions à prendre. La confusion existant entre divers échelons de gouvernements et des organismes particuliers concernant leurs responsabilités respectives dans la gestion des ressources en eau engendre des difficultés supplémentaires. D'autres résultent du manque de coordination dans le domaine de la gestion des ressources hydriques à l'intérieur de plusieurs échelons de gouvernements.

## 5. Éléments de base de décisions

Une autre manière d'aborder la question consiste à classer les problèmes d'après les éléments susceptibles d'intervenir dans les décisions concernant la gestion des ressources hydriques.

Gilbert White a suggéré que six types principaux de considérations peuvent intervenir dans ce genre de décisions<sup>17</sup>. Il les désigne comme suit:

- a) Domaine des choix possibles
- b) Évaluation de l'importance des ressources
- c) Technologie disponible
- d) Considérations économiques
- e) Associations territoriales
- f) Guides sociaux

### a) *Domaine des choix possibles*

Le domaine dans lequel les choix sont permis comprend d'une part les possibilités d'utiliser dans des buts différents un élément donné appartenant aux ressources hydriques et d'autre part les différentes manières d'atteindre le même but. C'est ainsi qu'une disponibilité donnée en eau pourrait être utilisée dans des buts divers tels que l'irrigation, la production d'énergie hydro-électrique, la fourniture d'eau à des municipalités ou des industries, la navigation, la récréation, la lutte contre les inondations ou l'aide à la remontée des poissons. Chacun de ces buts pourrait d'autre part être atteint de différentes manières. Les problèmes relatifs aux inondations, par exemple, peuvent être résolus en construisant des ouvrages de protection, en réalisant des constructions à l'épreuve des inondations, en prenant des mesures d'ur-

---

<sup>17</sup> Ce schéma général d'analyse est décrit dans Gilbert F. White, «Contributions of Geographical Analysis to River Basin Development», *Geographical Journal*, Vol. CXXIX, 1963, pp. 412-46. Son application aux problèmes d'inondation est décrite dans Gilbert F. White, *Choice of Adjustment to Floods*, Chicago, University of Chicago, Department of Geography Research Series No. 93, 1964.

gence, en promulguant des ordonnances de zonage concernant les surfaces inondées, en indemnisant les victimes des inondations, ou en instituant des plans d'assurance contre les inondations. Il est typique que, dans la gestion des ressources hydriques au Canada, on n'envisage qu'un choix très mince d'usages possibles et de stratégies de rechange<sup>18</sup>.

b) *Évaluation de l'importance des ressources*

L'estimation quantitative et qualitative des ressources en eau et des ressources associées telles que le sol et les minéraux joue un rôle capital dans les décisions concernant la gestion des ressources en eau. Les informations sur les ressources disponibles intéressent l'ingénieur qui établit les plans des constructions. Elles n'intéressent pas moins l'économiste qui, en évaluant les marchandises et les services, apprécie les résultats probables de l'exploitation. Elles intéressent également le sociologue qui étudie les conséquences possibles de divers modes d'exploitation.

c) *Technologie disponible*

Toute décision concernant les utilisations et aménagements possibles des ressources hydriques suppose des hypothèses concernant la technologie qui sera probablement mise en œuvre pour le captage, la mise en réservoirs, le transport, l'utilisation et l'évacuation de l'eau. Est-on par exemple en droit de supposer que les techniques les plus avancées de l'hydraulique et du dessin de machines seront appliquées par les projecteurs des constructions destinées à asservir les ressources en eau? Ou que les fermiers et les industriels utiliseront, parmi les techniques disponibles pour l'utilisation de l'eau qui leur sera fournie, celles dont le rendement est le meilleur?

d) *Considérations économiques*

Les considérations économiques jouent un rôle important dans de nombreuses décisions relatives à l'exploitation des ressources en eau. Il semble certain que l'importance de ce rôle augmentera à l'avenir; ceci résulte du fait que les capitaux deviennent rares et que la concurrence pour les obtenir s'intensifie. Cela résulte aussi de ce que la mise en valeur des ressources en eau est de plus en plus utilisée pour provoquer des changements économiques. Il deviendra de plus en plus nécessaire de déterminer le rendement économique des projets de mise en valeur des ressources hydriques et de calculer les conséquences économiques des diverses solutions possibles.

Des progrès considérables ont été réalisés ces dernières années dans l'élaboration de techniques permettant d'estimer la valeur de projets d'aménagements hydriques. On a perfectionné les concepts de bénéfice-coût et amélioré les procédés d'identification et de mesure de divers bénéfices et coûts<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> Ceci semble avoir été particulièrement le cas en relation avec les inondations. Voir W. R. D. Sewell, *Water Management and Floods in the Fraser River Basin*, op. cit.

<sup>19</sup> Voir A. R. Prest et R. Turvey, «Cost-Benefit Analysis: a Survey», *The Economic Journal*, Vol. 75, Décembre 1965, pp. 683-75; et A. Wildawsky, «The Political Economy of Efficiency: Cost-Benefit Analysis, Systems Analysis and Program Budgeting», *Public Administration Review*, Décembre 1966, pp. 292-310.

Pour évaluer les projets d'aménagement des ressources hydriques<sup>20</sup> un emploi croissant est fait de l'analyse des systèmes.

Malgré ces progrès, les techniques d'analyse économique utilisées au Canada pour l'évaluation des projets sont encore assez grossières. Un *Guide pour l'Analyse Bénéfice-Coût*<sup>21</sup> a été publié en annexe des délibérations de la Conférence des ressources de demain. Le but principal de ce guide est de fournir aux techniques d'évaluation économique des principes de base. Ces techniques sont utilisées par les organismes gouvernementaux et autres pour porter un jugement sur des projets d'aménagement des ressources. Seul un succès partiel a été obtenu dans la direction désirée. Quelques organismes des gouvernements provinciaux entreprennent des analyses bénéfice-coût. Il en est de même d'un petit nombre d'organismes du gouvernement fédéral. Parmi ceux qui entreprennent ce genre d'analyses, cependant, beaucoup n'acceptent pas les principes exposés dans le Guide. On a même, dans quelques cas, grossièrement mésumé des techniques indiquées<sup>22</sup>. Il existe donc un problème d'importance majeure consistant à raffiner les méthodes d'évaluation utilisées par les organismes gouvernementaux et à s'assurer que ces méthodes sont correctement utilisées.

#### e) *Associations territoriales*

Il existe un autre facteur susceptible d'influer sur les décisions relatives à des questions de gestion des ressources en eau. Il s'agit des effets qu'un emploi déterminé de l'eau peut avoir sur d'autres utilisations. Il s'agit aussi des effets produits par un projet donné d'exploitation des mêmes ressources sur des activités extérieures au territoire visé par le projet. Les modifications dans les débits des cours d'eau résultant, par exemple, de la construction de barrages, peuvent se traduire par des changements notables dans les systèmes biologiques et sociaux aussi bien que par des modifications dans la production de marchandises et la prestation de services. L'analyse des répercussions exercées par un changement intervenu dans un système hydrologique sur les autres systèmes imbriqués avec lui constitue une tâche extrêmement complexe. On a cependant réalisé des progrès importants au cours des dernières années, en particulier grâce à l'emploi de calculatrices ultra-rapides et à la mise au point de techniques d'analyse des systèmes. Beaucoup de travail reste cependant à faire avant que nous puissions prédire les effets d'un changement donné du système hydrologique, ne serait-ce même que les effets à l'intérieur d'un seul système.

<sup>20</sup> Voyez, par exemple, A. Maas *et autres*, *The Design of Water Resource Systems*, Cambridge: Harvard University Press, 1962; et M. Hufschmidt and M. Fiering, *Simulation Techniques for Design of Water Resource Systems*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1966.

<sup>21</sup> W. R. D. Sewell *et autres*, *Guide to Benefit-Cost Analysis*, Ottawa, Imprimeur de la Reine, 1961.

<sup>22</sup> Voir Ian Burton, «Investment Choices in Public Resource Development», *The Prospect of Change*, Abraham Rotstein (Ed.), Toronto, McGraw-Hill, 1965.

## f) *Guides Sociaux*

Les processus de décision dans la gestion des ressources hydriques sont profondément influencés par des encouragements ou des objections émanant de la société par l'intermédiaire des coutumes, des dispositions d'esprit, des lois et des organisations existantes<sup>23</sup>. On peut désigner l'ensemble de ces éléments par «guides sociaux». La connaissance de leur influence est essentielle pour que la planification des ressources en eau réussisse à atteindre ses objectifs. On connaît un grand nombre d'exemples de projets de mise en œuvre des ressources en eau dans lesquels le travail des ingénieurs témoignait d'une remarquable compétence. Ces projets se sont cependant soldés par des échecs parce qu'on n'avait pas considéré les réactions possibles des individus qui devaient subir les conséquences des projets, ou qu'on avait négligé de s'assurer que les institutions existantes étaient capables de mettre correctement en œuvre les mêmes projets. C'est ainsi que des programmes de combat des inondations peuvent ne pas réduire effectivement les pertes dues à ces inondations si l'on n'a pas en même temps pris des mesures de zonage pour limiter la population installée dans la plaine inondée. La fourniture d'énergie hydro-électrique peut ne pas engendrer l'expansion industrielle prédite si elle n'a pas été accompagnée par des mesures appropriées de fixation des prix, de taxation, et de création d'une infrastructure. Un plan d'exploitation des ressources en eau peut de même n'avoir d'autre effet que de récolter de la poussière sur les rayons du planificateur s'il n'est fait aucune étude des facteurs sociaux, légaux et administratifs dont dépendra sa mise en œuvre. Les guides sociaux peuvent en conséquence constituer un des plus importants éléments influant sur les résultats finaux de décisions relatives à la gestion des ressources en eau.

Le tableau 5 (*infra*, pp. 173-175) signale quelques-uns des problèmes reliés aux divers éléments entrant dans les processus de décision relatifs à la gestion des ressources en eau au Canada.

## 6. Combinaison des classifications

Chacune des manières d'aborder la question indiquée ci-dessus offre des avantages et des désavantages suivant les buts pour lesquels la classification sera utilisée. Employées en combinaison, cependant, elles servent à signaler les questions les plus urgentes intervenant dans un problème particulier de gestion des ressources ainsi que le type de recherche dans le domaine des sciences sociales qui serait susceptible de faciliter la recherche d'une solution.

---

<sup>23</sup> Pour une discussion, voir Harold E. Thomas, «Cultural Control of Water Development», CIBA Journal, Automne 1964, pp. 25-32; et Gilbert F. White, «Formation and Role of Public Attitudes», dans *Environmental Quality in a Growing Economy*, Henry Jarrett (Ed.), Baltimore: Johns Hopkins Press, 1966, pp. 105-127.

### Section 3

## RECHERCHE EN SCIENCES SOCIALES NÉCESSAIRE DANS LE DOMAINE DE LA GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES

Un examen des problèmes de gestion des ressources hydriques qui se présentent au Canada montre que dans de nombreux et importants domaines nous ne disposons pas des connaissances nécessaires. Il est également clair qu'une extension considérable de l'effort actuel de recherche est indispensable. Comme il est impossible d'entreprendre simultanément les études nécessaires, il convient d'établir un ordre de priorité. A la lumière des considérations qui précèdent, il apparaît que les recherches les plus urgentes peuvent être classées en cinq types principaux:

1. détermination de l'importance des ressources
2. détermination des utilisations possibles des ressources hydriques et des solutions de rechange aux problèmes les concernant
3. identification et évaluation des incidences économiques de l'aménagement des ressources hydriques
4. détermination des incidences de divers guides sociaux sur la gestion des ressources hydriques et mise au point de structures améliorées encadrant les lois, les politiques à suivre, et les dispositifs administratifs
5. détermination de la valeur d'informations supplémentaires et d'une augmentation des efforts de recherche.

On trouvera dans les rapports établis par chacun des membres du Groupe d'étude<sup>24</sup> des discussions détaillées relatives aux types de recherche susceptibles d'être entreprises dans les domaines de l'économie, de la géographie, de la planification et des sciences politiques. Les études qui suivent indiquent les résultats obtenus à ce jour dans les diverses catégories de recherche, ainsi que les lacunes à combler.

---

<sup>24</sup> Un des rapports traite des problèmes concernant la manière de tenir compte des considérations économiques dans les décisions relatives à la gestion des ressources en eau. Voir Richard W. Judy, *Economic Problems in Water Resources Management*. Un autre rapport est centré sur les difficultés qu'on rencontre, en restant dans le cadre des lois et institutions qui régissent la gestion des ressources en eau au Canada, pour atteindre les objectifs sociaux désirables. Voir Lionel Ouellet, *Programme for Basic Legal and Institutional Research in Canada*. Un troisième rapport traite essentiellement des contributions apportées dans le passé par la recherche géographique à la gestion des ressources en eau au Canada et de celles qu'elle pourrait apporter dans le futur. Voir W. R. D. Sewell, *The Role of Geographical Research in Water Management in Canada*. Tous ces rapports étudient le problème général consistant à obtenir que les recherches soient effectuées. Le quatrième rapport est, pour sa part, entièrement centré sur cette question, pour la solution de laquelle il décrit plusieurs stratégies possibles. Voir Michel Chevalier, *Planning the Development and Use of Social Science Research for the Problem of Canadian Water Resources Management*.

## 1. Estimation de l'importance des ressources

Ainsi qu'on l'a noté précédemment, la connaissance de la nature et de l'importance des ressources constitue une condition préalable à une planification reposant sur des bases saines. De nombreux types d'études sont nécessaires à ce sujet. Beaucoup d'entre elles, de nature physique, peuvent être entreprises par des physiciens et des ingénieurs. Plusieurs rapports préparés à l'intention du Groupe d'étude ont spécifié les domaines des recherches les plus urgentes concernant les aspects physiques de l'exploitation des ressources en eau. Ces rapports, ainsi que nombre d'autres études<sup>25</sup>, ont attiré l'attention sur l'absence de données relatives à la distribution, dans l'espace et le temps, des ressources hydriques au Canada, et sur les lacunes existantes dans notre compréhension des facteurs qui gouvernent le cycle hydrologique<sup>26</sup>. Ils soulignent le besoin de recherches sur les sujets suivants: caractéristiques des débits des cours d'eau; corrélation entre précipitations, température, évapotranspiration, humidité du sol, réapprovisionnement en eau des nappes souterraines, et autres facteurs; comportement des charges sédimentaires; incidences des inondations et de la sécheresse. Des études portant sur les moyens d'accroître les ressources en eau, tels que la réduction de l'évapotranspiration<sup>27</sup> et les modifications climatiques<sup>28</sup> s'imposent également. Tel est aussi le cas pour l'évaluation d'autres ressources potentielles dont la nature présente une relation avec les premières, par exemple le sol et les minéraux.

Les problèmes relatifs à l'estimation des ressources disponibles ont traditionnellement relevé principalement des physiciens, des spécialistes des sciences naturelles et des ingénieurs. Les spécialistes des sciences sociales peuvent cependant contribuer utilement aux recherches nécessaires. Les géographes, en particulier, se sont depuis longtemps intéressés aux études relatives à l'évaluation des ressources. Dans le domaine des ressources hydriques, ils ont entrepris des travaux particulièrement utiles concernant le bilan hydrologique, les cartes hydrographiques, l'étendue des terres sujettes aux inondations et à la sécheresse, ainsi que les facteurs affectant le débit des cours d'eau<sup>29</sup>. L'effort des géographes canadiens dans ce domaine n'a pas été considérable. On leur doit cependant un bon nombre de contributions utiles apportées particulièrement pendant la dernière décennie<sup>30</sup>. Plusieurs d'entre

<sup>25</sup> Plusieurs études préparées pour la Resources for Tomorrow Conference ont attiré l'attention sur ce problème. Voir spécialement D. Cass-Beggs, «Water as a Basic Resource», et R. H. Clark, A. K. Watt et J. P. Bruce, «Basic Data Requirements for Water Management» dans *Resources for Tomorrow Conference Background Papers*, op. cit., Vol. 1, pp. 173-189 et 191-201 respectivement.

<sup>26</sup> Pour une discussion, voir R. H. Clark et J. P. Bruce, *Introduction to Hydrometeorology*, Toronto, Pergamon Press, 1966.

<sup>27</sup> Voir A. E. Ackerman et G. O. G. Lof, *Technology in American Water Development*, Baltimore, Johns Hopkins Press, 1958.

<sup>28</sup> Voir National Academy of Sciences—National Research Council, *Weather and Climate Modification*, Washington, D.C., 1966 et National Science Foundation, Special Commission on Weather Modification, *Weather and Climate Modification*, Washington, D.C., 1966.

<sup>29</sup> Voir W. R. D. Sewell, *The Role of Geographical Research in Water Resource Development in Canada*, op. cit.

<sup>30</sup> *Ibid.*

eux travaillent actuellement à des recherches concernant les caractéristiques des débits des cours d'eau, les facteurs affectant le cycle hydrologique, la sédimentation et le drainage souterrain. Si les subventions étaient augmentées, d'autres géographes participeraient, dans le domaine de l'évaluation des ressources en eau, à des recherches similaires ou orientées vers d'autres directions.

Les géographes ont également entrepris des études concernant d'autres ressources connexes telles que les terres agricoles, les forêts et les ressources minérales. Beaucoup d'entre eux travaillent actuellement à l'Inventaire du Territoire Canadien. Les méthodes utilisées pour rassembler les documents nécessaires à l'exécution de ce genre de relevés ont été graduellement améliorées. L'emmagasinage et les systèmes de récupération des données ont été simultanément modernisés grâce à l'emploi de calculatrices. L'accès aux informations en est grandement facilité. Il subsiste cependant un bon nombre de points faibles dans le mode actuel d'exécution des relevés d'utilisation des terres et des recherches visant à surmonter ces déficiences sont nécessaires. Le point essentiel dans ce genre de travail continue à résider dans le relevé cartographique des éléments physiquement présents dans une étendue donnée de terrain. Les informations relatives aux facteurs économiques, sociaux et institutionnels influant sur les modes d'utilisation du terrain ne sont que rarement l'objet d'un relevé de données. Seules des informations dans ce dernier domaine permettront cependant de prédire les utilisations futures du terrain. Des études s'imposent donc pour déterminer des processus de relevés de terrain permettant non seulement de découvrir des possibilités physiques, mais aussi de prévoir les changements qui surviendraient vraisemblablement dans le cas de situations économiques, sociales et institutionnelles déterminées.

## **2. Détermination des utilisations de l'eau et des solutions de rechange aux problèmes concernant l'eau**

Parmi tous les types de recherche nécessaires dans le domaine des dimensions humaines de la gestion des ressources hydriques du Canada, le plus urgent est peut-être celui qui concerne la détermination des utilisations de l'eau, et la mise au point de solutions de rechange aux problèmes relatifs à l'eau. Plusieurs études ont déjà attiré l'attention sur le manque de données relatives à l'emploi de l'eau au Canada<sup>31</sup> et les incidences de cette question sur la gestion des ressources en eau<sup>32</sup>. Cette situation agit comme un puissant élément inhibiteur dans le choix de la ligne de conduite à tenir à l'égard de sujets tels que la diversion des eaux d'un bassin à un autre et l'exportation de l'eau. Le nombre ordinairement limité des solutions de rechange envisagées à l'heure des décisions constitue de plus une source potentielle de mauvais rendement dans la répartition des ressources.

---

<sup>31</sup> Voir R. H. Clark, A. K. Watt, et J. P. Bruce, *op. cit.*, et D. Cass-Beggs, *op. cit.*

<sup>32</sup> Voir T. Lloyd, *op. cit.* et E. Kuiper, *op. cit.*

Il est nécessaire d'entreprendre différentes recherches pour permettre des estimations précises des besoins futurs en eau. Elles devraient comprendre: des études économiques de base destinées à renseigner sur la croissance de la population et l'expansion de diverses activités économiques; des études concernant les demandes de services d'eau, y compris les inventaires de l'utilisation actuelle par les ménagères, l'industrie, l'agriculture, la récréation et autres activités non destructives; des études analytiques visant à apprécier l'influence des disponibilités en eau sur l'implantation des installations industrielles, sur l'extension des terres cultivées et sur la croissance urbaine; détermination de l'influence des augmentations de prix sur la consommation de l'eau; évaluation des effets, sur la consommation d'eau, de la création de technologies nouvelles; calcul des fonctions de plusieurs variables relatives à la demande, basé sur les données fournies par d'autres recherches. Le tableau 8 (*infra*, pp. 178-179) indique les types d'études qui devraient être entreprises.

Il est essentiel que ces études soient entreprises *avant* toute tentative d'évaluer les bénéfices et les coûts d'un projet d'exploitation des ressources en eau. Il est également indispensable que les inventaires de ces ressources soient tenus à jour. Il conviendrait d'entreprendre dans chacune des provinces du Canada une série d'études sur les utilisations de l'eau. Un essai de réunion de toutes ces données en vue d'un examen d'ensemble des utilisations de l'eau dans le pays devrait ensuite être tenté.

A ce jour la recherche effectuée au Canada sur les emplois de l'eau a été très maigre. A part quelques travaux de défrichement sur les emplois de l'eau pour la récréation<sup>33</sup>, les spécialistes canadiens des sciences sociales ont manifesté peu d'intérêt pour la question. Les organismes gouvernementaux ne se sont guère non plus penchés sur elle. Aux États-Unis et ailleurs des travaux de valeur ont cependant été exécutés au cours des dernières années en vue de mettre au point des conceptions de base et des techniques de mesure<sup>34</sup>. Après quelques modifications, les résultats obtenus pourraient être appliqués au Canada. Les universités, les firmes d'ingénieurs-conseils, et les organismes gouvernementaux pourraient être chargés de l'étude de ces problèmes.

Les recherches visant à étendre les choix possibles ont également été très limitées. Bien peu d'innovations sont à signaler dans le domaine des solutions de rechange à envisager pour résoudre des problèmes du domaine de l'eau. La concentration sur les diverses solutions possibles dans le domaine de la construction constitue une caractéristique dominante de l'exploitation des ressources en eau au Canada. Même dans ce champ limité,

<sup>33</sup> Voir, par exemple, P. H. Pearse, «A New Approach to the Evaluation of Non-Priced Recreational Resources», rapport présenté à l'Assemblée annuelle de 1967 de la Canadian Political Science Association, Juin 1967; et Canada, Ministère des Pêcheries, *Economic Aspects of Sport Fishing*, Ottawa, Mai 1965.

<sup>34</sup> Pour examen des progrès à ce sujet, voir Allen V. Kneese et Stephan S. Smith, *Water Research*, Baltimore, Johns Hopkins Press, 1967.

seuls de modestes essais d'innovations ont été tentés, comme l'atteste le cas des mesures à prendre contre les inondations et la pollution. Il convient d'entreprendre des études pour identifier les possibilités théoriques de solution de divers problèmes relatifs à l'eau; on doit aussi déterminer les facteurs qui interdisent la considération d'autres éléments. Ce domaine de recherche, peu exploré à ce jour, pourrait, en augmentant le rendement de l'exploitation des ressources en eau, largement payer les efforts qui lui seraient consacrés.

### **3. Identification et mesure des incidences de l'exploitation des ressources en eau**

Une autre importante catégorie de recherches dont l'exécution s'impose concerne l'identification et la mesure des incidences de l'exploitation des ressources en eau. Cette exploitation est généralement entreprise en vue d'un objectif économique ou social, même si cet objectif reste plutôt vague et n'est pas précisé dans les exposés relatifs à la ligne de conduite suivie. Il n'en est pas moins important de déterminer si un programme proposé réalisera probablement le but cherché. Impliquant des modifications dans les débits des cours d'eau, l'exploitation des ressources hydriques entraîne inévitablement des conséquences différentielles chez les divers utilisateurs de l'eau et sur les systèmes biologiques à l'intérieur des bassins hydrographiques. Certaines de ces conséquences seront favorables et d'autres nuiront aux usagers concernés. Une estimation soigneuse des gains et pertes relatifs s'impose en conséquence.

Une fraction considérable des efforts de recherche dans le domaine des sciences sociales relatif à la gestion des ressources en eau a été consacrée, pendant les dernières années, à la création de cadres théoriques et de techniques de mesure destinées à évaluer les incidences de l'exploitation des ressources en eau. La plus grande partie de ce travail, particulièrement celle qui concerne le domaine économique<sup>35</sup>, a été entreprise aux États-Unis; plusieurs économistes canadiens ont cependant utilement contribué aux progrès de la théorie et à ceux des techniques de mesure<sup>36</sup>. La recherche sur les incidences sociologiques et les conséquences politiques de l'aménagement des ressources en eau au Canada a cependant été très maigre.

D'importants problèmes fondamentaux relatifs à la mesure des incidences restent à examiner. Le plus simple d'entre eux consiste à spécifier l'objectif à poursuivre dans le domaine du bien-être social<sup>37</sup>. Dans l'économie du bien-être, l'objectif idéal consiste à suivre des lignes d'action permettant d'accroître des revenus sans que personne en souffre. Les projets et les entreprises d'aménagement des ressources hydriques provoquent généralement des modifications dans la répartition des revenus entre les membres de la société. Cette redistribution peut favoriser une zone géographique et nuire à une autre. Elle peut encore bénéficier à une classe de citoyens aux dépens

<sup>35</sup> *Ibid.*; voir aussi Turvey et Prest, *op. cit.*, Maas et autres, *op. cit.*, et Hufschmidt et Fiering, *op. cit.*

<sup>36</sup> Pour un résumé de ces contributions, voir R. W. Judy, *op. cit.*

<sup>37</sup> Voir, par exemple, Otto A. Davies et Andrew B. Whinston, «Externalities, Welfare and the Theory of Games», *Journal of Political Economy*, Vol. 70, 1962, pp. 241-262.

d'une autre classe. Il en résulte que les fonctions (ou les objectifs) du bien-être social doivent être précisés par rapport à la nouvelle répartition de revenus considérée comme souhaitable. Il est nécessaire d'exécuter des recherches concernant les moyens théoriques et pratiques de spécifier de tels schémas de redistribution<sup>38</sup>. Le traitement du temps, des incertitudes, du coût des occasions, des questions externes, des indivisibilités et des intangibilités<sup>39</sup> constitue un ensemble d'autres problèmes de base exigeant une étude.

En dehors des problèmes de principe, des difficultés se présentent à propos de l'identification effective, la mesure et l'estimation des incidences. Comme on l'a remarqué précédemment, on a sérieusement étudié ces questions au cours des dernières années et des progrès considérables ont été accomplis. Certains problèmes subsistent cependant. Ce sont l'identification et l'évaluation des marchandises et des services qui n'entrent pas dans le mécanisme normal du marché, tels que la récréation, la lutte contre la pollution et la réduction des pertes dues aux inondations. Un bon nombre d'économistes canadiens exécutent actuellement des recherches visant à déterminer ce que les consommateurs seraient disposés à payer plutôt que de se priver de ces marchandises et de ces services. Ces recherches devraient être encouragées et intensifiées. Il existe aussi des problèmes consistant à déterminer les incidences globales des divers modes d'exploitation possibles sur les systèmes économiques, sociaux et biologiques. Au cours des dernières années, beaucoup de progrès ont été réalisés dans ce sens grâce à l'utilisation de la technologie des calculatrices et la construction de modèles mathématiques<sup>40</sup>. La plupart des applications ont jusqu'à maintenant concerné les incidences économiques, mais un emploi croissant de ces techniques est fait actuellement par les biologistes et autres spécialistes qui s'intéressent aux effets de la mise en œuvre des ressources. La conception et l'utilisation de modèles simulés numériques n'en est qu'à ses débuts. Cette technique est très prometteuse pour la gestion des ressources en eau; elle constitue en effet un élément analogue à un laboratoire dans lequel plusieurs solutions de rechange peuvent être essayées et évaluées. La recherche dans ce domaine devrait être aidée avec enthousiasme surtout dans les universités.

Un autre genre de recherche relié à la mesure des incidences et dont l'exécution est urgente concerne l'évaluation du rendement réel des travaux d'aménagement. Les évaluations ne sont généralement entreprises que *ex ante*, c'est-à-dire avant que soit prise la décision d'exécuter ou non un programme proposé. Des études sont nécessaires pour déterminer si, en fait, les objectifs prévus ont bien été atteints. Les planificateurs disposeraient ainsi d'un moyen de déterminer le degré d'exactitude de leurs prévisions; si les buts pourvus ne sont pas atteints, les auteurs seraient incités à chercher la raison de l'échec. Une attention spéciale s'impose lorsqu'on exécute de telles

<sup>38</sup> Voir, par exemple, A. Myrick Freeman III, «Six Federal Reclamation Projects and the Distribution of Income», *Water Resources Research*, Vol. 3, No. 2, 1967.

<sup>39</sup> Voir R. W. Judy, *op. cit.*

<sup>40</sup> Voir, par exemple, Maas *et autres*, *op. cit.*, et Hufschmidt et Fiering, *op. cit.*

recherches. Il est naturellement beaucoup plus facile de juger après coup que de prévoir. Il n'en est pas moins exact qu'une évaluation objective, tenant compte des divers facteurs qui semblent avoir influé sur le résultat final, aurait une valeur inestimable pour les décisions futures. Des études après réalisation devraient être entreprises sur des travaux particuliers tels que ceux de la Saskatchewan sud, ceux de Mactaquac au Nouveau-Brunswick, ou sur des politiques particulières d'action telles qu'il en existe dans l'acte PFRA, l'ARDA<sup>41</sup> ou l'Acte Canadien d'Assistance pour la Conservation des Eaux.

#### **4. Le rôle des Guides sociaux dans l'aménagement des ressources en eau**

Une quatrième catégorie de recherches dans le domaine des sciences sociales, à laquelle devrait être accordée une haute priorité, concerne l'influence de divers guides sociaux sur la gestion des ressources en eau. Ainsi qu'on l'a noté précédemment, les guides sociaux comprennent une grande variété d'influences de nature à encourager ou décourager de différentes manières les aménagements envisagés. Ils comprennent des influences non officielles telles que les habitudes sociales, les mœurs et les dispositions d'esprit, et des influences officielles telles que les lois, les politiques diverses, et les dispositions administratives. La connaissance des effets de ces facteurs est essentielle à une saine planification dans le domaine des ressources en eau. Jusqu'à maintenant, cependant, très peu d'études ont été entreprises dans ce sens<sup>42</sup> par des avocats canadiens, des spécialistes en sciences politiques, des sociologues, ou des psychologues.

Parmi les recherches les plus urgentes reliées aux guides sociaux, cinq apparaissent comme particulièrement importantes; ce sont: a) un examen de l'efficacité des cadres légaux et administratifs actuels lorsqu'il s'agit de traiter les problèmes de gestion des ressources en eau qui se présentent; b) l'examen des critères à appliquer pour répartir l'eau entre usagers concurrents, et pour choisir entre les projets concurrents; c) la détermination de l'efficacité possible des incitations à l'action privée lorsqu'on traite des problèmes du domaine de l'eau; d) études sur le rôle des perceptions et des dispositions d'esprit dans les processus de décision et e) détermination des unités de surface à considérer dans les problèmes de gestion des ressources hydriques.

Au Canada cette exploitation est profondément affectée par la division des pouvoirs entre juridictions différentes instituée par l'acte de l'ANB, par les différentes lois promulguées à propos de la répartition de l'eau entre usagers concurrents, par la structure des organisations administratives instituées pour orienter la gestion des ressources hydriques, et par les politiques des gouvernements. Les lois et les structures administratives reflètent les

---

<sup>41</sup> Le terrain a été défriché à ce sujet par une étude récente exécutée sous les auspices de Economic Council of Canada. Voir Helen Buckley et Eva Tihanyi. *Canadian Policies for Rural Adjustment: a study of the Economic Impact of ARDA, PFRA and MMRA*, Ottawa, Imprimeur de la Reine, 1967.

<sup>42</sup> Pour une discussion de la question voir W. R. D. Sewell et Ian Burton, «Recent Innovations in Resource Development Policy in Canada», *Canadian Geographer*, Décembre 1967.

opinions et les circonstances à l'époque de leur création. Pour jouer un rôle satisfaisant dans le traitement des problèmes du domaine de l'eau, elles doivent être assez flexibles pour supporter une adaptation aux nouvelles idées sociales et politiques, aux nouvelles technologies, et aux problèmes qui n'apparaissent pas encore à l'horizon lorsque ces lois ont été promulguées ou lorsque les structures administratives ont été instituées. Le changement rapide des idées, l'apparition de nouvelles technologies, et l'intensification de la concurrence au sujet de l'utilisation de certaines ressources en eau du Canada, imposent des exigences croissantes aux cadres légaux et administratifs<sup>43</sup>. Quelques changements ont déjà été effectués et d'autres sont en cours d'exécution. Les modifications ont en général été apportées sur une base «ad hoc» pour permettre une adaptation à certains problèmes particuliers lorsqu'ils se sont révélés. Il n'existe actuellement aucun moyen de déterminer dans quelle mesure ces modifications ont été efficaces, ou—point encore plus important—si d'autres modifications n'auraient pas conduit à de meilleurs résultats.

Une des recherches les plus utiles à entreprendre dans le domaine de la gestion des ressources en eau du Canada consisterait dans une révision complète des cadres légaux et administratifs; il s'agirait de comparer les systèmes actuels et des systèmes «idéaux» de lois et d'organismes étudiés en vue de certains buts particuliers. Cette étude pourrait être entreprise en quatre parties ou phases, de nature plus méthodique que chronologique; en d'autres termes, elles pourraient être entreprises simultanément, bien qu'on doive, à un certain moment de la recherche, connaître les conclusions des phases précédentes avant de poursuivre le programme de recherche envisagé. Les quatre phases consisteraient dans la création d'un modèle «idéal» de cadres légaux et administratifs basés sur des principes de droit et d'organisation administrative choisis en vue de certains buts; l'inventaire du système actuel de lois concernant l'eau et des organismes de gestion des ressources en eau; la comparaison du système actuel avec le système idéal; l'étude des changements à apporter aux institutions en vue d'améliorer la gestion des ressources hydriques dans le cas de contraintes diverses de nature politique ou autre. Le tableau 9 (*infra*, p. 180) mentionne des types particuliers d'études qui pourraient être entreprises dans le cadre précédent.

Un *second* type de recherche en relation avec le premier vise les critères à utiliser dans les processus de décision. A mesure que continuent de croître le nombre et la complexité des demandes concernant l'emploi de ressources hydriques données, le problème du choix entre ces demandes devient de plus en plus délicat. Les critères traditionnels de la loi et des précédents historiques se révèlent inadéquats; ils doivent être complétés par d'autres éléments tels que le rendement économique et les avantages sociaux. En même temps,

---

<sup>43</sup> Voir Morris Miller, «The Development Framework for Resource Policy and its Jurisdictional-Administrative Implications», *Canadian Public Administration Journal*, Juin 1962. pp. 133-155.

à mesure qu'augmentent les appels au trésor public et les demandes de biens collectifs, il sera nécessaire d'utiliser des critères économiques plus raffinés. Comme, de plus, les travaux intéressant plusieurs juridictions croissent en nombre et en importance, la découverte de moyens de concilier les objectifs de plusieurs juridictions devient plus urgente. Il est nécessaire d'exécuter des études pour déterminer la validité des critères utilisés au Canada dans le passé concernant les travaux de gestion des ressources hydriques. Dans quelle mesure, par exemple, le présent schéma d'utilisation de l'eau traduit-il des doctrines juridiques plutôt que des considérations économiques? Le système actuel garantit-il que les ressources hydriques seront utilisées de la manière économiquement la plus profitable et socialement la plus souhaitable? Quelle influence la mauvaise application des techniques d'analyse économique a-t-elle eu sur l'exploitation des ressources hydriques?

Des études s'imposent également pour déterminer les résultats que donnerait l'application de divers critères à des cas particuliers de répartition des ressources ou à des études d'exploitation de celles-ci. Quels résultats entraînerait, par exemple, l'application de critères économiques à tous les schémas actuels de répartition de l'eau? En résulterait-il des changements majeurs dans les répartitions de l'eau entre divers types d'utilisateurs? Quels seraient les effets d'un relâchement des prescriptions actuelles de l'Acte Canadien des Pêcheries visant à protéger la remontée des poissons anadromes? Un tel relâchement serait-il économiquement perceptible et socialement désirable? On insiste pour l'institution de normes uniformes applicables à la qualité de l'eau et basées sur des critères relatifs à l'eau potable ou à la protection d'espèces particulières de poissons. Ces normes créeront-elles le genre de milieu souhaité par la société pour le travail et la récréation? D'autres critères sont-ils nécessaires? Beaucoup de décisions relatives à la gestion des ressources hydriques ont été prises dans le passé sur la base d'un critère unique. Comme de nombreux objectifs sociaux entrent en concurrence, il faudra dans le futur tenir compte de critères multiples. Il convient donc d'entreprendre des recherches destinées à découvrir les résultats qu'apporterait l'utilisation de critères variés ou de combinaisons de ces derniers.

Un *troisième* type de recherche dans le domaine des guides sociaux est nécessaire. Il concerne les encouragements à l'action privée. Les objectifs sociaux relatifs à l'exploitation des ressources hydriques peuvent être poursuivis de différentes manières. Ce seront par exemple des promulgations de règlements, la fourniture de marchandises et la prestation de services au moyen de taxes, ou la stimulation de l'initiative privée. Chacune de ces lignes de conduite présente, suivant les circonstances, des avantages et des désavantages pour la répartition des ressources. Il existe une répartition optimale de l'eau entre les usagers et un niveau socialement souhaitable de fourniture de marchandises et de prestation de services. On estime généralement qu'ils seront atteints lorsqu'existera la liberté maximale de choix individuel, spécialement lorsque cette liberté pourra s'exprimer par le mécanisme du

marché<sup>44</sup>. Certaines marchandises et certains services dépendant de l'approvisionnement en eau ne ressortissent cependant pas en général du jeu du marché. C'est en particulier le cas pour des biens collectifs telles que les installations destinées à la récréation et à la lutte contre la pollution ou les inondations. La fourniture de ce genre de biens étant considérée comme socialement désirable, le gouvernement en assume souvent la charge. Un problème subsiste alors: quelle quantité doit-on fournir?

Un fil conducteur possible concernant la fourniture de biens publics et de services dont l'existence est liée à la présence de l'eau, telles qu'installations destinées à la récréation, à la protection contre les inondations et à la lutte contre la pollution, consiste dans le prix que le public accepterait de payer pour ce genre de services plutôt que d'en être privé. Cette question demande à faire l'objet de recherches. Des études sont également nécessaires pour déterminer l'efficacité d'autres encouragements à l'action privée. Dans le cas de la lutte contre les inondations, par exemple, des études pourraient porter sur les effets d'ensemble d'un décret contraignant les habitants de plaines inondables à acheter des assurances contre l'inondation. Il serait également intéressant d'étudier les effets de codes de la construction ne permettant que l'érection de bâtiments capables de résister aux inondations jusqu'à un niveau déterminé (par exemple le plus haut niveau d'inondation jamais enregistré).

Un *quatrième* domaine dans lequel la recherche est nécessaire concerne le rôle des perceptions et des dispositions d'esprit dans les processus de décision. La manière suivant laquelle les responsables des décisions conçoivent les problèmes du domaine de l'eau et leurs solutions possibles détermine leur choix dans une grande mesure. Comme on l'a noté antérieurement, les problèmes sont souvent imparfaitement compris et la gamme des solutions envisagées est extrêmement étroite. On peut émettre des opinions diverses sur les désirs du public et sur les individus ou organismes devant prendre l'initiative de l'action en présence d'un problème déterminé. Ces opinions semblent également jouer un rôle important dans les décisions finales<sup>45</sup>. Un certain travail de défrichage a été exécuté à propos du rôle des manières de juger dans les décisions relatives aux inondations<sup>46</sup>, aux périodes de sécheresse<sup>47</sup>, et à l'utilisation des terrains de récréation<sup>48</sup>. Des études relatives au rôle des dispositions d'esprit ont également été exécutées concernant

---

<sup>44</sup> Pour une discussion de ce point de vue, voir J. Hirschleifer *et autres*, *Water Supply: Economics, Technology and Policy* (Chicago: University of Chicago Press, 1958), pp. 74-86.

<sup>45</sup> Pour une discussion voir Gilbert F. White, «Formation and Role of Public Attitudes», *op. cit.*

<sup>46</sup> Voir, par exemple, Robert W. Kates, *Hazard and Choice Perception in Flood Plain Management*, Chicago: University of Chicago Department of Geography Research Papers, No. 78 1962; Gilbert F. White, *Choice of Adjustment to Floods*, *op. cit.*; et Ian Burton and R. W. Kates, «The Flood Plain and the Seashore: a comparative Analysis of Hazard Zone Occupance», *Geographical Review*, Vol. LIV, 1964, pp. 366-385.

<sup>47</sup> Thomas F. Saarinen, *Perception of the Drought Hazard on the Great Plains*, Chicago: University of Chicago Department of Geography Research Papers, No. 106, 1966.

<sup>48</sup> Robert C. Lucas, «Wilderness Perception and Use: the Example of the Boundary Water Canoe Area», *Natural Resources Journal*, 1964, pp. 394-411.

la pollution<sup>49</sup> et les modifications météorologiques<sup>50</sup>. Ce genre de recherche n'a cependant été que rarement entrepris. Il reste beaucoup à apprendre au sujet des facteurs qui conditionnent les manières de juger et les dispositions d'esprit, et la mesure dans laquelle varient ces dernières lorsqu'on passe d'un ensemble de circonstances géographiques à un autre. L'incidence relative des manières de juger et des dispositions d'esprit sur les décisions relatives aux différents problèmes d'aménagement des ressources en eau est encore inconnue. Les dispositions des esprits concernant le choix des responsables de l'action jouent-elles un rôle plus grand dans le cas de la pollution, par exemple, que dans le cas d'un service d'eau pour usages domestiques? Une meilleure compréhension des manières de juger et des dispositions d'esprit permettrait d'améliorer les bases des politiques à suivre: l'application des résultats ainsi obtenus permettrait de prédire les réactions probables aux divers modes d'action possibles. La recherche dans ce domaine paierait sans doute très largement. Elle aboutirait non seulement à une meilleure compréhension du comportement humain, mais à un perfectionnement des processus de décision.

Parmi les différents types d'études nécessaires dans ce domaine, les suivants paraissent être particulièrement urgents: sous quels angles le public perçoit-il les problèmes particuliers du domaine de l'eau tels qu'inondations, sécheresses, ou pollution? Qu'envisage-t-il comme solutions possibles? Dans le cas des inondations, envisage-t-il une réglementation applicable aux surfaces inondées, des travaux lui assurant une protection totale contre les inondations, l'assurance contre les inondations, ou des travaux simples de protection, des mesures d'évacuation et des indemnisations? Les points de vue de l'homme de la rue diffèrent-ils sensiblement de ceux des spécialistes? Dans quelle mesure les manières de voir concernant la nature du problème, l'initiative de l'action, et les mesures désirables affectent-elles les décisions effectivement prises? Existe-t-il des différences majeures d'attitudes entre les différents groupes participant au processus de décision (individus, groupes de pression, industriels, administrateurs et politiciens)? De quelle manière peut-on modifier les dispositions d'esprit? Et—ce qui est plus important—comment les perceptions et les attitudes varient-elles d'un endroit à un autre?

La détermination d'unités de surface convenant à la gestion des ressources hydriques constitue une *cinquième* zone dans laquelle la recherche est nécessaire. Le bassin hydrographique a souvent été suggéré comme unité

---

<sup>49</sup> Voir, par exemple, D. R. Lycan et W. R. Derrick Sewell, «Pollution as an Element of the Urban Environment of Victoria», *The B.C. Geographer*, Automne 1967.

<sup>50</sup> T. F. Saarinen, «Attitudes towards Weather Modification: A Study of Great Plains Farmers», et W. R. Derrick Sewell and J. C. Day, «Perceptions of Possibilities of Weather Modification and Attitudes toward Government Involvement»; ces deux études se trouvent dans *Human Dimensions of Weather Modification*, W. R. Derrick Sewell (Ed.), pp. 323-328 et pp. 329-344, respectivement.

idéale<sup>51</sup> et, dans beaucoup de parties du monde, il est devenu de plus en plus populaire comme surface de base utilisée en planification<sup>52</sup>. La gestion des ressources hydriques est maintenant, au Royaume-Uni, entièrement organisée sur la base des bassins hydrographiques. Jusqu'à ce jour cependant, cette base n'a été adoptée au Canada que dans une mesure limitée<sup>53</sup>. Plusieurs explications de ce fait ont été proposées. Parmi elles figurent le problème des divisions de juridiction, les effets des précédents historiques et les grandes dimensions de beaucoup de bassins hydrographiques canadiens<sup>54</sup>. On a également examiné si d'autres unités de surface, telles que les régions urbaines, ne seraient pas plus indiquées comme unités de planification et d'aménagement<sup>55</sup>.

Il est nécessaire d'entreprendre des recherches sur les formes administratives diverses que pourrait affecter la gestion des ressources hydriques; le but visé consisterait à déterminer les formes les mieux adaptées aux diverses phases de cette administration. Le rassemblement des informations devrait-il par exemple être organisé par bassins hydrographiques? Ceux-ci devraient-ils servir de base pour évaluer les possibilités techniques d'exploitation? Les bassins ne pourraient-ils ensuite être combinés, en vue de leur exploitation, avec d'autres unités territoriales telles que de plus vastes régions économiques (qui pourraient n'inclure qu'une partie du bassin fluvial ou couvrir plusieurs hydrographiques)? Quels facteurs empêchent d'aborder par les bassins hydrographiques la question de l'exploitation de l'eau au Canada? Comment ces difficultés peuvent-elles être surmontées? Une des directions de recherche les plus prometteuses dans ce domaine consisterait dans l'étude intensive d'un bassin hydrographique particulier et dans l'exploration des possibilités et difficultés qu'offrirait son organisation.

## 5. Valeur des informations et recherches supplémentaires

Étant donné le caractère de gravité des questions qui se présentent actuellement, la gestion inefficace des ressources hydriques, et les montants dépensés à ce sujet dans d'autres pays avancés, les investissements du Canada dans le domaine de la recherche sur les ressources sont extrêmement minimes. Il est clair qu'une augmentation considérable de ces investissements est nécessaire pour assurer l'emploi optimal de ces ressources. La nécessité

<sup>51</sup> Voir Nations Unies, Département des Affaires Économiques et Sociales, *Integrated River Basin Development*, New York, 1958. Pour une discussion des concepts servant de base à la manière d'aborder l'étude du bassin versant, voir Gilbert F. White, «A Perspective of River Basin Development», *Law and Contemporary Problems*, Vol. XXII (Printemps 1957), pp. 157-187.

<sup>52</sup> Voir Tennessee Valley Authority, T.V.A.: *Symbol of Valley Resource Development*, Knoxville, Tennessee: Tennessee Valley Authority, Juin 1961.

<sup>53</sup> Voir T. M. Patterson, *op. cit.* Pour discussion des applications effectives, voir J. W. MacNeill, «Law and the Agencies», Transactions of the *Fourteenth B.C. Natural Resources Conference*, 1962, pp. 133-142; et E. G. Pleva, «Multiple Purpose Land and Water Districts in Ontario», *Comparisons in Resource Management*, H. Jarrett (Éditeur), Baltimore: Johns Hopkins Press, 1961.

<sup>54</sup> Voir J. W. MacNeill, «Water Resource Administration in Canada», dans *Proceedings of the Resources for Tomorrow Conference*, Ottawa, Imprimeur de la Reine, 1961, pp. 331-336.

<sup>55</sup> Voir W. R. Derrick Sewell, «Multiple Purpose Development of Canada's Water Resources», *Water Power*, Avril 1962, pp. 146-151, et J. W. MacNeill, *loc. cit.*

d'investissements beaucoup plus importants est particulièrement pressante dans le domaine de la recherche en sciences sociales. La question qui se présente est la suivante: *quel montant supplémentaire* d'argent dépenser dans ce sens? Des décisions s'imposent également concernant les types de recherches méritant d'être entreprises en priorité et les organismes de recherche (ministères du gouvernement, universités, personnes privées ou firmes) à subventionner. Ce genre de décision est délicat en particulier parce qu'il n'est pas aisé de prédire les revenus devant rémunérer les investissements. Il n'existe aucune relation simple entre la recherche et sa rémunération.

Il n'en est pas moins nécessaire d'établir des critères conduisant à des décisions objectives sur l'ordre de grandeur des montants à investir dans la recherche et les types de recherche à subventionner. Au cours des dernières années<sup>56</sup>, ce sujet a été l'objet d'une attention particulière. Il subsiste cependant des points faibles dans les méthodologies utilisées pour évaluer la recherche sous l'angle économique. L'un des plus importants consiste dans l'hypothèse qu'il existe une relation directe entre les investissements en recherche et leur rémunération économique<sup>57</sup>. De même on ne tente que rarement de comparer le rendement d'un type donné de recherche avec celui d'autres genres de recherche en faveur desquels l'argent pourrait être dépensé<sup>58</sup>.

Il est nécessaire d'exécuter des études visant à améliorer les méthodologies utilisées pour évaluer les bénéfices économiques de la recherche. Les résultats obtenus permettraient de déterminer l'importance de l'effort de recherche et le genre d'études en faveur desquels il serait indiqué d'allouer des subventions.

#### Section 4

### VERS UNE EXTENSION DES RECHERCHES SUR LES DIMENSIONS HUMAINES DE LA GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES

Le but de la section précédente était de déterminer les types de recherche en sciences sociales dans le domaine des ressources hydriques dont l'exécution est la plus urgente au Canada. La liste établie est le résultat d'une sévère sélection. Si on considère les réalisations du passé, les disponibilités actuelles en fonds et en personnel, et les obstacles variés suscités par les institutions existantes à l'extension de la recherche, cette liste n'en est pas moins formidable. Il est évident que des changements s'imposent dans la

<sup>56</sup> Voir, par exemple, U.S. Committee on Science and Astronautics, *Basic Research and National Goals*, Washington, D.C.. U.S. Government Printing Office, 1965; Alvin Weinberg, «Criteria for Scientific Choice», *Physics Today*, Vol. 17 (Mars 1964), pp. 42-48; et F. M. Scherer, «Government Research and Development Programs», dans *Measuring Benefits of Government Investments*, R. Dorfman (Ed.), Washington, D.C. 1965, pp. 12-70.

<sup>57</sup> Voir Robert W. Kates et W. D. R. Sewell, «The Evaluation of Weather Modification Research», dans *Human Dimensions of Weather Modification*, *op. cit.*, pp. 347-362.

<sup>58</sup> Voir James A. Crutchfield, R. W. Kates et W. R. Derrick Sewell, «Benefit-Cost Analysis and the National Oceanographic Program», *Natural Resources Journal*, Vol. 7, No. 3 (Juillet 1967), pp. 361-375.

politique de subvention de la recherche, que la liaison entre les chercheurs et ceux qui utilisent les résultats de la recherche doit être améliorée, et que de meilleures méthodes de diffusion des informations relatives à la recherche doivent être trouvées.

### 1. Politiques de subvention à la recherche

Comme on l'a noté précédemment, les investissements du Canada en faveur de la recherche sous l'angle des sciences sociales dans le domaine des ressources hydriques ont été très minimes. Même en admettant une définition très libérale de la recherche<sup>59</sup>, on trouve qu'un montant annuel inférieur à 280,000 dollars est actuellement consacré à ce but. La plus grande partie de ces fonds est fournie par le gouvernement fédéral, principalement par l'intermédiaire d'organismes actifs (tels que les ministères de l'agriculture, de l'énergie, des mines et des ressources, et ARDA), le Conseil du Canada et le Conseil national de recherche. Les organismes des gouvernements provinciaux n'ont subventionné la recherche en sciences sociales dans ce domaine que dans une mesure insignifiante. Les fondations privées ne fournissent au Canada qu'un faible montant destiné à ce genre de recherche. Cette situation contraste avec celle qui se présente aux États-Unis et dans plusieurs autres pays où une part importante des subventions destinées à la recherche en sciences sociales provient de fondations privées. Il n'existe aucun équivalent canadien de Resources for the Future Inc., organisation patronnée par Ford Foundation aux États-Unis. (Il convient cependant de noter que cette organisation a généreusement subventionné quelques études effectuées au Canada sur les ressources). Elle s'est mérité un haut degré de respect aux États-Unis à cause du calibre élevé des travaux qu'elle exécute et de l'indépendance de vues qu'elle manifeste. Elle a travaillé en liaison étroite avec les organismes gouvernementaux et les universités et a contribué matériellement à la formation de spécialistes autant qu'à la recherche.

Dans le domaine de la gestion des ressources hydriques considéré dans son ensemble, la principale source de subventions à la recherche est représentée par le gouvernement fédéral. Ces dernières années, cependant, les sciences physiques ont reçu de l'industrie privée un soutien d'importance croissante; elles ont aussi bénéficié de l'aide fournie par divers programmes internationaux de recherche tels que la Décennie hydrologique internationale (IHD) et le Programme biologique international (PBI). Faisant contraste avec cette situation, les sciences sociales reçoivent très peu de soutien de la part de l'industrie privée ou de ces programmes internationaux de recherche.

---

<sup>59</sup> Les faibles subventions allouées à la recherche sociale dans le domaine des ressources en eau sont symptomatiques de l'insuffisance de soutien apporté à la recherche en sciences sociales en général et au Canada. Un montant inférieur à 2 millions de dollars est alloué chaque année à cette recherche dans notre pays. Elle représente moins de 1 pour cent des dépenses totales concernant l'activité scientifique au Canada. Pour une discussion des conséquences de cette absence de soutien, voir S. D. Clark, «The Support of Social Science Research in Canada», *The Canadian Journal of Economics and Political Science*, Mai 1958, pp. 141-150.

La faible importance des subventions destinées au domaine des sciences sociales a, entre autres résultats, créé une sorte de barrière interdisant la formation de nouveaux chercheurs dans les universités. Elle a aussi limité les contributions qu'auraient pu apporter des chercheurs appartenant ou non au gouvernement et travaillant aux universités ou en d'autres centres. L'effet produit dans les universités sur les programmes de formation de spécialistes en gestion des ressources est clair. Il n'existait au Canada jusqu'à une date récente aucun programme de ce genre. Toute personne désirant recevoir une formation dans ce domaine devait se rendre ailleurs, principalement aux États-Unis. Beaucoup de ceux qui agissent ainsi ne reviennent malheureusement jamais au Canada.

Il est donc clair qu'il est impératif d'augmenter considérablement au Canada les subventions aux recherches sur les ressources hydriques dans le domaine des sciences sociales, et de les porter à plusieurs fois leur niveau actuel. Étant donné la liste des sujets requérant une étude d'urgence, un objectif annuel d'un million de dollars semble réaliste. Ce but devrait être atteint par paliers. Il n'existe pas en effet un nombre suffisant de spécialistes des sciences sociales capables et présentement disponibles, pour pouvoir obtenir un rendement suffisant en faisant travailler dès maintenant la totalité des fonds en question. Mais lorsque les fonds auront été rendus disponibles, des spécialistes des sciences sociales travaillant actuellement à d'autres sujets pourraient diriger leur attention sur le domaine des ressources hydriques. Les programmes de formation pourraient en même temps être accélérés. On pourrait donc prévoir une période de 3 ou 4 ans pour atteindre l'objectif de 1 million de dollars par an.

Le montant accru des subventions à la recherche devra être réparti suivant des modalités précises. Il importe, comme on l'a noté plus haut, de majorer les subventions de recherche destinées à des organismes non gouvernementaux et particulièrement aux universités. Il importe en outre d'encourager la formation des chercheurs autant que la recherche<sup>(60)</sup>. Une autre question réside dans la détermination des importances relatives à donner aux différents types de recherches. Beaucoup de questions dont l'étude s'impose appartiennent au domaine de la recherche appliquée. Il existera sans aucun doute une tendance à allouer à ce genre d'études la plus grande part des fonds. Mais il faudra s'assurer que la recherche fondamentale en sciences sociales est adéquatement financée. Il faudra également viser à un équilibre satisfaisant entre la recherche procurant des résultats immédiats et celle qui ne pourra aboutir avant plusieurs années. L'obtention de cet équilibre dépendra en partie de l'adoption de vues beaucoup plus larges qu'à ce jour concernant le financement du domaine des sciences sociales. Les subventions de recherche sont actuellement accordées sur une base annuelle et généralement

---

<sup>60</sup> Les éléments de base d'un programme universitaire pour la fonction des spécialistes et pour la recherche ont été indiqués dans Maynard M. Hufschmidt, «The Role of Universities in Water Resources Education», *Water Resources Research*, Vol. 3, No. 1, 1967, pp. 3-9.

sans possibilité de renouvellement. Cette situation contraste avec celle qui existe dans les sciences physiques où les renouvellements sont fréquemment accordés. Le principe des subventions annuelles aux sciences sociales a sans aucun doute limité l'envergure et la cadence des recherches. Les bénéficiaires à attendre d'une extension des limites dans le temps pourraient, par suite, être substantiels.

Les politiques de subvention de la recherche doivent aussi être étendues et englober le cas de la recherche interdisciplines. La nature de nombreuses questions concernant les ressources hydriques est telle qu'il serait très avantageux d'organiser des contacts inter-disciplines au moment de leur étude. Les questions relatives à la pollution constituent un exemple frappant de ce fait. La création d'installations destinées à la récréation ou la conservation de régions laissées à l'état sauvage illustre également la remarque précédente. Il existe naturellement beaucoup d'autres exemples. La plus grande partie du financement de la recherche est actuellement entreprise sous l'angle d'une discipline unique. Il n'existe aucun mécanisme commode de financement sur une base multidisciplines.

## **2. Améliorations dans la liaison**

Il ne suffit pas d'étendre le domaine de la recherche sur les dimensions humaines de la gestion des ressources en eau; il est non moins important d'obtenir la certitude que les résultats de ces recherches seront utilisés. Il importe donc d'améliorer les liaisons entre les organismes, les universités, et autres organisations impliquées dans la recherche sur les ressources en eau. En général cette liaison n'a pas jusqu'à ce jour été réalisée au Canada<sup>(61)</sup>. Il en est résulté une sévère limitation des contributions universitaires dans le domaine des ressources en eau; cette limitation a porté à la fois sur la formation de spécialistes dont ont besoin les organismes gouvernementaux et l'industrie, et sur les résultats de la recherche. Du fait de cette situation, les professeurs d'université se sont plutôt occupés à critiquer les politiques suivies qu'à contribuer à leur amélioration.

La liaison peut être perfectionnée de plusieurs manières différentes. Les organismes gouvernementaux et l'industrie pourraient par exemple discuter les questions de gestion des ressources avec les professeurs d'université plus fréquemment que dans le passé. On pourrait dans ce but créer, aux niveaux fédéral et provinciaux, des Comités consultatifs chargés d'étudier une politique de l'eau. Ces comités pourraient comprendre du personnel gouvernemental, des représentants de l'industrie et des professeurs d'université. La liaison pourrait également être améliorée en augmentant les occasions, pour le personnel universitaire, de travailler dans des organismes gouvernementaux, pendant une période de plusieurs mois, sur les questions de gestion des ressources. On pourrait aussi prévoir la possibilité, pour des représentants

---

<sup>61</sup> Ce défaut a été signalé par plusieurs spécialistes des sciences sociales. Voir, par exemple, F. K. Hare, «A Policy for Geographical Research in Canada», *Canadian Geographer*, Vol. 8, No. 3, 1964, pp. 113-116.

des organismes gouvernementaux, d'assister à des cours sur la gestion des ressources et, dans des universités, à des séminaires sur le même sujet.

La liaison entre les diverses disciplines qui s'intéressent aux questions touchant à l'eau doit également être améliorée. Comme exemple typique on peut citer le cas des chercheurs spécialisés dans le domaine de l'exploitation des ressources en eau qui ont toujours travaillé isolés les uns des autres. Il est cependant devenu de plus en plus clair que seules des contributions provenant de plusieurs disciplines permettront de résoudre les problèmes posés par l'eau. Il importe donc de créer des mécanismes permettant de rapprocher les chercheurs spécialisés dans les différents domaines en cause. Plusieurs possibilités se présentent d'elles-mêmes à l'esprit. Elles comprennent la création d'instituts ou centres interdisciplines des ressources en eau et la mise au point de programmes interdisciplines de formation. L'Université du Manitoba a réalisé dans ce sens un essai qui semble donner satisfaction. Un Centre des ressources en eau y coordonne un vaste programme de recherches. Des moyens sont prévus pour mettre en rapport des chercheurs travaillant dans un grand nombre de disciplines diverses; une liaison effective est maintenue entre l'université et les divers organismes des gouvernements provincial et fédéral d'une part, l'industrie d'autre part. On a proposé de créer dans d'autres universités canadiennes des centres et des instituts des ressources en eau. La question du nombre de centres et d'instituts à créer n'a pas été tranchée. Les raisons militent en faveur de leur création seraient particulièrement convaincantes si l'on pouvait montrer qu'elle améliorerait la qualité de la recherche, et la nature des études à entreprendre bénéficierait substantiellement de contacts interdisciplines. En vue d'éviter des doubles emplois et d'obtenir la certitude que les questions les plus urgentes seront l'objet de recherches, une coordination des efforts dans les différents centres est indispensable. Les considérations qui précèdent ne devront pas être perdues de vue lorsqu'on étudiera les lignes de conduite à suivre aux niveaux fédéral et provinciaux concernant le financement de ce genre de centres.

La question de l'amélioration de la liaison a fait l'objet d'une étude spéciale effectuée par un membre du Groupe consultatif des Sciences sociales. Son rapport discute en détail diverses stratégies permettant de réaliser la coopération et la coordination nécessaires<sup>(62)</sup>.

### **3. Amélioration de la diffusion des résultats**

Il ne suffit évidemment pas d'intensifier l'effort de recherche. Il est encore plus important d'obtenir la certitude que les résultats obtenus seront effectivement utilisés. Parmi tous les obstacles à l'extension de la recherche mentionnés dans le relevé entrepris par le Groupe d'études, le manque de fonds et les difficultés de diffusion des recherches ont été le plus fréquemment cités. Ainsi qu'on l'a noté il arrive souvent que des résultats de recherche ne soient pas publiés. Même lorsqu'ils le sont, ce n'est pas toujours dans

---

<sup>62</sup> Voir Michel Chevalier, *op. cit.*

la forme susceptible de rendre le plus de services aux auteurs des politiques à suivre.

On a suggéré plusieurs mesures permettant, grâce à une modification des méthodes de communication des résultats, d'accroître le rendement des programmes de recherche. L'une d'elles a consisté dans l'institution d'une banque centrale de données qui appliquerait des méthodes modernes d'emmagasinage et de récupération. Des centres régionaux pourraient également être créés suivant des principes similaires. Une autre suggestion a consisté dans la publication d'un catalogue des recherches en cours semblable à Water Resources Research Catalog publié par le U.S. Office of Water Resources Branch. Une série de bibliographies concernant les aspects socio-économiques de l'administration des ressources en eau et un «Trésor des ressources en eau» présenteraient une valeur inestimable pour stimuler la recherche et améliorer les communications.

Un autre moyen possible d'encourager une extension de l'effort de recherche et d'accroître son rendement consisterait dans la publication d'un journal canadien traitant des questions du domaine de l'eau. En l'absence d'un journal de ce genre, le chercheur dépend nécessairement des journaux publiés aux États-Unis; comme on le comprend, ces publications s'intéressent moins aux problèmes canadiens qu'aux problèmes américains. Les chercheurs n'ont de plus aucun moyen commode de se tenir au courant des études entreprises dans les diverses disciplines qui s'intéressent à la gestion des ressources canadiennes en eau. Le coût d'un journal de ce genre ne serait pas élevé. Les bénéfices qu'entraînerait sa création—augmentation du rendement de la recherche—seraient, par contre, sans aucun doute très importants.

## Section 5

### RECOMMANDATIONS

Les recommandations qui suivent visent à augmenter l'effort de recherche. Elles sont basées sur l'examen de la gestion des ressources en eau du Canada, des besoins correspondants de la recherche en sciences sociales, et des divers obstacles à la recherche.

1. *Il est recommandé que le niveau des subventions destinées aux recherches en sciences sociales dans le domaine de la gestion de l'eau au Canada soit porté de son total annuel de 280,000 dollars à un minimum annuel de 1,000,000 de dollars.* Compte tenu du manque actuel de chercheurs et de la nécessité de garantir une haute qualité de recherche, les subventions devraient être augmentées graduellement de manière à atteindre en 1970 le niveau recommandé. Cette hausse exigerait une augmentation annuelle des fonds de 50 pour cent répartie sur les trois prochaines années. Compte tenu des problèmes à résoudre et du nombre de chercheurs qui

seront probablement disponibles pour exécuter les recherches nécessaires, cet objectif semble réaliste. Les bénéfices procurés par cette hausse seront probablement très élevés; après de nouveaux accroissements des investissements, ils conserveront sans doute leur haut niveau; une diminution des bénéfices ne se produira probablement que lorsque les investissements auront atteint plusieurs fois leur niveau actuel.

2. *Il est recommandé que la proportion des subventions attribuées à la communauté universitaire pour la recherche sur les dimensions humaines des questions du domaine de l'eau soit portée de son niveau actuel de 100,000 dollars à environ 300,000 dollars par an, par échelonnement sur les deux ou trois prochaines années.* La rémunération d'une augmentation de cette importance serait double: extension de l'effort de recherche, et augmentation du nombre des futurs chercheurs.

3. *Il est recommandé que des subventions continuent à être attribuées à divers mécanismes, dont les organismes chargés de mission, les organismes spéciaux d'aide à la recherche (tels que le Conseil du Canada et le Conseil national de recherche) et des fondations privées, mais que simultanément soit institué un comité consultatif national chargé de coordonner les programmes de subvention des divers organismes.* Ce comité devrait comprendre des représentants de ces organismes, de la communauté académique, des fondations privées, et de l'industrie privée. Les représentants seraient désignés par nominations pour des durées fixes (par exemple trois ans) sujettes à renouvellement. On étudie actuellement la création d'un comité composé suivant les principes précédents; sa mission consistera à conseiller le ministre de l'énergie, des mines et des ressources au sujet des attributions de subventions de recherche dans le domaine des ressources en eau.

4. *Il est recommandé que le gouvernement fédéral encourage, par exemple en accordant des réductions de taxes, la création de fondations privées de recherche.* Le Canada pourrait tirer des bénéfices considérables d'une organisation fondée sur les mêmes bases que Resources for the Future Inc. Une organisation de ce type pourrait, grâce à ses subventions, obtenir des opinions indépendantes sur les questions de gestion des ressources et poursuivre des recherches fondamentales aussi bien qu'appliquées. Elle créerait un lien utile entre le gouvernement et la communauté académique.

5. *Il est recommandé d'entreprendre d'importants efforts pour améliorer la liaison entre la communauté académique et les organismes du gouvernement, entre ceux-ci et l'industrie et entre l'industrie et la communauté universitaire.* Plusieurs méthodes pourraient être suivies pour réaliser cet objectif. Elles comprennent la création de comités consultatifs aux niveaux des gouvernements fédéral et provinciaux, la possibilité pour le personnel universitaire de travailler temporairement dans les organismes du gouvernement, et, pour les employés du gouvernement, de participer aux programmes universitaires portant sur la gestion des ressources.

6. *Il est recommandé d'établir en divers endroits du Canada un certain nombre de Centres des ressources en eau destinés à coordonner et encourager les recherches et élever leur calibre.* Ces centres pourraient être organisés de manière à faciliter les études sur un sujet unique de recherche, tel que la pollution, ou sur plusieurs domaines de recherche. Ces études pourraient concerner le domaine des sciences physiques ou celui des sciences sociales; elles pourraient aussi intéresser plusieurs disciplines. On doit cependant se garder de multiplier ces centres et ne les créer que dans les cas où ils faciliteront un accroissement de l'effort de recherche et une hausse de son calibre. Leur fonction ne devrait pas être considérée comme celle d'un véhicule destiné à apporter des subventions de recherche. Il ne faudrait pas non plus que l'appartenance à un de ces centres soit regardée comme une condition préalable à l'obtention de subventions. Il existe en effet beaucoup de chercheurs capables d'entreprendre d'une manière indépendante de la recherche productive.

Dans les cas où les gouvernements seraient d'accord pour subventionner la création d'un Centre des ressources en eau, il conviendrait d'obtenir des universités en cause l'engagement de fournir un égal montant de subvention. On ne doit pas oublier qu'il pourra s'écouler plusieurs années avant que les dividendes provenant de l'investissement des fonds dans un centre commencent à être payés. Il est donc nécessaire, avant de créer un centre, d'obtenir l'assurance de recevoir une subvention pendant plusieurs années.

Les activités des divers Centres de ressources en eau à travers le Canada pourraient être coordonnées grâce à la création d'un Conseil de la recherche sur les ressources en eau destiné à jouer ce rôle.

7. *Il est recommandé que d'importants efforts soient faits pour augmenter la diffusion des résultats de recherche.* On pourrait par exemple instituer des banques de données, et publier des journaux, des catalogues de recherches et des bibliographies. Ces efforts devraient être poursuivis à tous les échelons de gouvernement, mais le gouvernement fédéral devrait, dans ce domaine, assumer la direction. Le Conseil canadien des ministres des ressources pourrait jouer un rôle particulièrement utile en encourageant les efforts qui s'imposent.

## **Tableaux**

## Tableau 1.—Problèmes et questions actuels

### 1. *Problèmes mineurs*

- Problèmes quotidiens relatifs à la bonne marche des services de fourniture d'eau.
- Aménagement des services d'eau pour les régions urbaines en expansion.
- Aménagement d'égouts pluviaux de drainage pour régions urbaines.
- Prévention des dangers créés pour la santé publique par les fossés longeant les routes et les fosses septiques.

### 2. *Problèmes majeurs*

- Manques d'eau survenant dans les régions arides (par exemple les Prairies).
- Problèmes majeurs créés par les inondations dans plusieurs régions (C.-B., Manitoba, Ontario, Québec).
- Baisse de la qualité de l'eau dans quelques régions (par exemple dans l'Ontario, le Québec, les Maritimes).
- Manque de données sur les disponibilités en eaux souterraines.
- Manque de renseignements sur les utilisations de l'eau.
- Conflits existants entre différentes utilisations de l'eau (par exemple entre poisson et énergie sur le fleuve Fraser, entre convoyage des billes de bois et poisson en C.-B. et dans les Maritimes).
- Baisse des niveaux d'eau des Grands Lacs.
- Manque de personnel ayant reçu une formation adéquate.
- Insuffisance des recherches sur les problèmes du domaine de l'eau.

### 3. *Questions de principe qui se présentent*

- Définition des responsabilités respectives incombant aux divers niveaux de gouvernement concernant la gestion des ressources en eau. Un exemple est fourni par le Traité du fleuve Columbia.
- Détermination des bases sur lesquelles l'administration fédérale devrait subventionner des projets de mise en œuvre des ressources en eau; un exemple est fourni par les demandes pour une aide fédérale dans des secteurs qu'il n'est pas de tradition de subventionner.
- Détermination de zones de coopération pour l'aménagement des cours d'eau interprovinciaux et internationaux.
- Déterminer si, et dans quelles circonstances, le Canada devrait exporter de l'eau vers les États-Unis.
- Détermination des organismes ayant la responsabilité d'abaisser le degré de la pollution au Canada: l'industrie, les municipalités, les gouvernements provinciaux ou le gouvernement fédéral.

**Tableau 2.—Problèmes de gestion des ressources en eau classés par incidences géographiques**

1. *Problèmes locaux*

Drainage.

Inondations mineures.

Pollution mineure.

Conflits mineurs relatifs à l'utilisation de l'eau.

2. *Problèmes provinciaux*

*Colombie-Britannique*

Inondations du fleuve Fraser.

Possibilité d'attributions à certaines régions d'une proportion excessive des disponibilités en eau.

Conflits entre poisson et énergie, entre poisson et convoyage des billes de bois, entre pollution et autres usages.

Érosion dans la vallée inférieure du Fraser.

*Alberta*

Besoins en eau destinée aux usages récréationnels dans les contreforts des Montagnes Rocheuses.

Besoins de réserves d'eau en vue d'utilisation diverses.

*Saskatchewan*

Insuffisance d'eau dans certaines régions éloignées des cours d'eau importants.

Problèmes de sédimentation dans les petits réservoirs.

Possibilité de pollution provenant de régions situées en amont.

*Manitoba*

Problèmes d'inondation sur la Rivière Rouge, la rivière Assiniboine et le lac Winnipeg.

Drainage des terrains marécageux.

Transmission sur de longues distances d'énergie provenant de cours d'eau du Nord.

*Ontario*

Problèmes de pollution sur les Grands Lacs et certains cours d'eau.

Problèmes d'inondation dans le sud de l'Ontario.

Érosion et sédimentation dans le sud de l'Ontario.

Demandes accrues pour des espaces réservés à des usages récréationnels.

Conflits concernant l'utilisation de l'eau, comprenant en particulier l'opposition entre irrigation et autres usages dans le sud de l'Ontario.

Approvisionnement en eau des villes du sud de l'Ontario.

*Québec*

Fluctuation des niveaux du fleuve Saint-Laurent.

Problèmes de navigation engendrés par les glaces d'hiver.

Problèmes d'inondation dans divers secteurs.

*Maritimes*

Pollution de quelques cours d'eau importants (par exemple rivière Saint-Jean et marée près de l'embouchure de cette rivière).

Conflits entre utilisations de l'eau (par exemple entre convoyage des billes de bois, poisson, et aménagements hydroélectriques).

Exploitation planifiée de l'ensemble des plus importants cours d'eau.

Absence de connaissances sur les eaux souterraines.

3. *Questions interprovinciales*

Absence de mécanismes de coordination pour l'exploitation planifiée des cours d'eau interprovinciaux,

exemples: Rivière la Paix, rivière Outaouais, fleuve Saskatchewan-Nelson.

**Tableau 2.—Problèmes de gestion des ressources en eau classés par incidences géographiques (suite)**

**3. Questions interprovinciales (suite)**

Absence de mécanismes permettant de résoudre des litiges interprovinciaux portant sur l'utilisation de l'eau tels que l'emploi de la rivière Saskatchewan pour l'évacuation des eaux usées.

**4. Questions d'ordre national**

Confusion existant au sujet des responsabilités respectives des divers échelons de gouvernement concernant la gestion des ressources en eau, par exemple dans les problèmes concernant les inondations et les usages récréationnels.

Difficultés rencontrées pour concilier les objectifs nationaux et provinciaux dans l'exploitation planifiée des ressources en eau.

Conflits existant entre les utilisations sous juridiction fédérale et celles sur lesquelles les administrations provinciales ont complète autorité, par exemple poisson ou navigation en opposition avec autres utilisations.

Détermination de bases sur lesquelles l'administration fédérale devrait allouer des subventions destinées à l'exploitation des ressources.

**5. Questions internationales**

Pollution croissante des Grands Lacs.

Absence de mécanismes permettant la planification coordonnée et continue de l'utilisation des cours d'eau internationaux.

Absence de principes pour déterminer et répartir les gains provenant de plans de coopération internationale pour l'utilisation des cours d'eau.

**Tableau 3.—Problèmes de gestion des ressources en eau classés par domaines d'intérêt professionnel**

**1. *Domaine du génie***

Absence de connaissances sur l'importance et la qualité des ressources en eau,  
exemple: quelle est la quantité d'eau disponible? Quels éléments affectent cette quantité et la qualité de l'eau?

Problèmes techniques de construction,  
exemple: construction dans les régions de pergélisol.

Problème de transmission de l'énergie sur de grandes distances.

Problèmes d'accroissement des rendements dans l'utilisation de l'eau,  
exemple: quelles sont les possibilités de mettre au point des techniques de recyclage de l'eau ou de réduction de l'évapotranspiration, et quelles chances ont-elles d'être adoptées?

Problèmes d'accroissement des disponibilités en eau,  
exemple: quels sont les frais de dessalement, de dépollution, de variations météorologiques provoquées? Ces techniques ont-elles des chances d'être adoptées?

**2. *Aspects économiques***

Gains et pertes de nature économique résultant de l'exploitation des ressources en eau,

exemple: quels sont, considérés dans leur ensemble, les gains ou pertes résultant de l'exécution d'un plan d'irrigation dans les Prairies ou d'une perspective d'exploitation de l'énergie hydraulique en C.-B.?

Valeur comparée de l'eau dans le cas de diverses utilisations possibles,  
exemple: est-il préférable d'utiliser le fleuve Fraser pour les migrations et le frai des poissons ou de l'exploiter pour d'autres utilisations?

Évaluation des divers moyens de fournir des biens et des services appartenant au domaine de l'eau,

exemple: quels sont dans leur ensemble les gains et pertes résultant d'utilisation pour buts récréationnels d'un lac ou d'un cours d'eau donné comparés avec les mêmes éléments dans le cas où les installations récréationnelles sont réalisées dans une région urbaine?

Évaluation comparative des divers modes de gestion des aménagements de cours d'eau,

exemple: quels sont les gains et pertes relatifs dans les diverses parties d'un système fluvial organisé en vue de la protection contre les inondations au lieu de la production d'énergie?

Détermination des facteurs de base des demandes d'eau,

exemple: quelle est l'incidence des prix de l'eau sur la consommation de cet élément?

Estimations des demandes futures en eau dans diverses régions et dans la nation considérée dans son ensemble,

exemple: quelles sont, dans les différentes régions du Canada, les demandes en eau destinée à des usages variés?

Détermination des bénéfices économiques résultant de services rendus au public tels que protection contre les inondations et installations récréationnelles,

exemple: combien les usagers seraient-ils disposés à payer pour ces genres de services s'ils avaient le choix entre payer pour les obtenir ou en être privés?

Détermination des bénéfices économiques procurés par les investissements dans le domaine de la recherche,

exemple: quels types de recherche peuvent être évalués en fonction d'éléments économiques et quels facteurs doit-on considérer pour déterminer les rendements d'investissements de cette nature?

**Tableau 3.—Problèmes de gestion des ressources en eau classés par domaines d'intérêt professionnel (suite)**

**3. Aspects sociologiques**

Incidence de l'aménagement des ressources en eau sur les systèmes sociaux à l'intérieur et à l'extérieur de la région intéressée par les travaux,

exemple: comment l'introduction de l'irrigation dans une communauté affecte-t-elle les relations entre ceux qui l'adoptent et ceux qui la refusent?

Incidences de diverses considérations sociales telles qu'éducation, attitudes et perceptions sur les décisions relatives à la gestion des ressources en eau,

exemple: dans quelle mesure l'opinion du directeur d'un service d'eau urbain concernant ce que la population est prête à tolérer affecte-t-elle sa décision dans le choix suivant: organiser un service d'eau supplémentaire ou recycler l'eau d'un cours d'eau pollué?

Influence de divers facteurs sur l'acceptation de nouvelles techniques,

exemple: quels éléments expliquent les différentes réactions aux variations météorologiques provoquées dans diverses régions?

**4. Domaine des institutions**

Influence des contraintes exercées par les attributions de juridiction sur les processus de décision,

exemple: dans quelle mesure les attributions de juridiction instituées par l'Acte de l'ANB gênent-elles l'exploitation des ressources en eau au Canada?

Influence des contraintes légales sur les processus de décision,

exemple: dans quelle mesure les lois existantes empêchent-elles de répartir les services d'eau dans le meilleur intérêt du public?

Le présent cadre administratif permet-il de traiter d'une manière satisfaisante les problèmes nouveaux survenant dans le domaine de la gestion des ressources en eau?

Avantages comparés de divers types d'organismes administratifs pour planifier, aménager et gérer dans le domaine des ressources en eau,

exemple: concentration de toutes les fonctions sur un seul organisme, comparée à l'institution d'un organisme de coordination des fonctions de plusieurs organismes.

Détermination d'unités de surface appropriées pour la planification, l'aménagement et l'exploitation des ressources en eau tels que bassins hydrographiques ou régions urbaines.

Détermination rationnelle des attributions de divers échelons de gouvernement concernant la planification, l'aménagement et l'exploitation des ressources en eau,

exemple: de quelles manières le gouvernement fédéral peut-il fournir l'appui optimal aux travaux de recherche, de rassemblement des données et de planification?

Détermination de la relation existant entre les travaux d'aménagement des ressources en eau, ceux qui en profitent et ceux qui les paient,

exemple: quelle superficie prendre comme base pour taxer le public en vue du financement de travaux de protection contre les inondations? La plaine inondée ou la province dans son ensemble?

Détermination des moyens de concilier les objectifs fédéraux, provinciaux et locaux dans le domaine de l'aménagement des ressources en eau.

**Tableau 4.—Problèmes de gestion des ressources en eau classés d'après les phases de la planification et de l'aménagement**

**1. Recherche**

- Faible montant des fonds disponibles pour la recherche.
- Manque de personnel et d'installations adéquates.
- Absence de mécanismes administratifs donnant la certitude que les résultats de la recherche seront utilisés.
- Déterminer l'ordre des priorités dans la recherche et la valeur propre de chaque recherche.
- Déterminer le rôle des instituts de recherche sur les ressources en eau, exemple: quels types de recherche bénéficient d'un rendement meilleur lorsqu'il existe un institut de recherche que s'il n'en existe pas?
- Déterminer la répartition des subventions entre les universités, l'industrie et les organismes gouvernementaux, exemple: quels avantages relatifs apporteraient une réduction des recherches effectuées à l'intérieur du gouvernement et une augmentation des subventions de recherche accordées aux universités?

**2. Rassemblement des données**

- Déterminer les unités de surface à adopter pour le rassemblement des données, exemple: divisions du Recensement ou bassins versants.
- Déterminer les intervalles de temps à adopter entre deux campagnes de rassemblement des données, exemple: années du Recensement général ou intervalles plus courts?
- Étudier les moyens de mettre à la disposition de la recherche les informations existant dans les dossiers privés, exemple: compagnies d'assurance.
- Augmenter la complexité des investigations sur l'utilisation des terres; y inclure les données relatives à l'économie, aux sciences sociales et à la politique.
- Déterminer la valeur d'informations supplémentaires. Par un emploi accru des méthodes d'analyse des données, augmenter l'utilité de celles qui sont déjà rassemblées.

**3. Planification**

- Déterminer les buts et objectifs de la gestion des ressources en eau et sélectionner une série de dates pour la planification.
- Coordonner les efforts de planification des divers échelons administratifs, exemple: quels types de dispositions administratives sont nécessaires?
- Déterminer les meilleures frontières à choisir pour les régions de planification, exemple: le bassin versant constitue-t-il la région la plus indiquée ou existe-t-il des unités de surface mieux appropriées à certains objectifs?
- Déterminer combien étroitement les diverses phases de la gestion des ressources en eau devraient être associées, exemple: la planification et l'exécution des travaux doivent-ils être confiés au même organisme?
- Établir un lien entre les planifications dans le domaine des ressources en eau et dans d'autres domaines, exemple: planification dans le domaine de l'aménagement économique.
- Déterminer des critères permettant de choisir entre plusieurs modes possibles d'utilisation de l'eau et entre plusieurs projets de planification.

**4. Mise en application**

- Traduire les buts et objectifs en plans politiquement acceptables, exemple: découvrir les raisons pour lesquelles certains plans sont appliqués tandis que d'autres séjournent sur les étagères.

**Tableau 4.—Problèmes de gestion des ressources en eau classés d'après les phases de la planification et de l'aménagement (suite)**

**4. Mise en application (suite)**

Confusion entre les attributions respectives de différents échelons administratifs, exemple: déterminer l'échelon gouvernemental qui devra prendre l'initiative d'intervenir dans les cas où l'attribution de juridiction est discutable.

Déterminer les mécanismes de subvention permettant l'exploitation la plus efficace des ressources en eau, exemple: prêts comparés aux subventions.

**Tableau 5.—Problèmes de gestion de l'eau classés par nature des éléments intervenant dans les décisions**

1. *Domaine du choix*

Difficulté résultant du fait que le choix entre diverses utilisations de l'eau et entre diverses solutions des problèmes du domaine de l'eau est ordinairement très limité. Cette situation augmente les possibilités de choix irrationnels,

exemple: concentration sur le principe d'amener l'eau de loin au lieu d'étudier une meilleure utilisation des disponibilités existantes.

Difficultés résultant du fait qu'on se préoccupe généralement du côté technique des solutions plutôt que d'étudier celles qui pourraient comporter des modifications du comportement humain,

exemple: concentration sur la construction de barrages et de digues pour résoudre les problèmes d'inondation, sans envisager la possibilité d'un zonage des plaines inondables et d'assurances contre l'inondation.

2. *Évaluation des ressources*

Manque d'informations concernant l'importance et la qualité des ressources en eau dans diverses parties du pays,

exemple: quels types de données doivent être rassemblés en première urgence et qui devrait effectuer cette recherche?

Manque d'informations concernant les utilisations réelles et potentielles des disponibilités en eau,

exemple: quels types de données doivent être rassemblés en première urgence et qui devrait effectuer cette recherche?

Manque d'informations sur les facteurs qui conditionnent la demande d'eau,

exemple: quels effets peuvent entraîner sur la demande d'eau les politiques de prix ou les innovations de nature technologique?

3. *Technologie*

On ignore dans quelle mesure les différentes technologies sont connues et appliquées à la gestion de l'eau au Canada; cette question concerne par exemple l'agriculture, l'industrie, ou les mesures de protection contre les inondations,

exemple: dans quelle mesure le rendement des utilisations de l'eau pourrait-il être amélioré par l'adoption généralisée de nouvelles techniques?

Absence d'informations sur les facteurs qui encouragent ou freinent l'adoption d'innovations dans la gestion des ressources en eau.

4. *Considérations économiques*

Détermination des gains et des pertes résultant de l'aménagement des ressources en eau,

exemple: comment identifier et mesurer les divers gains et pertes? Quelles dispositions prendre pour améliorer les techniques actuelles de mesure, particulièrement dans le cas de biens et de services ne se trouvant pas en vente sur le marché, tels qu'installations récréationnelles et protection contre les inondations?

Problèmes consistant à tenir compte, dans les analyses, des éléments suivants: temps, risques, incertitudes, circonstances extérieures, intangibles,

exemple: quel est le taux raisonnable d'escompte? Comment peut-on reconnaître et mesurer les effets produits en aval par la pollution?

Détermination de l'importance de l'eau comme facteur conditionnant l'implantation de diverses activités,

exemple: dans quelle mesure l'existence d'un service d'eau attire-t-elle vers une certaine région des activités rémunératrices?

#### 4. *Considérations économiques*—suite

Détermination du coût imposé par diverses contraintes à l'occasion de l'aménagement des ressources en eau,

exemple: quels coûts entraîne une division de juridiction ou un manque de coordination dans la gestion des ressources en eau?

Détermination des coûts et bénéfices résultant d'une augmentation des subventions à l'information,

exemple: quelle est la valeur économique de divers types de données pour la planification et l'exploitation de systèmes d'utilisation des eaux? A quel moment l'influence favorable d'un supplément d'informations commence-t-elle à décroître?

#### 5. *Connexions territoriales*

Déterminer les incidences de l'aménagement des ressources en eau au-delà du point où cet aménagement est réalisé,

exemple: quelles sont les répercussions de l'évacuation des eaux usées sur les utilisateurs d'eau situés en aval? Quels effets entraîne sur les débits d'eau et sur l'écologie de la région, la construction d'un barrage? Comment ces effets se traduisent-ils sous forme de gains et de pertes?

Déterminer les répercussions provoquées sur des travaux ou utilisations locaux par des aménagements réalisés en d'autres lieux,

exemple: dans quelle mesure l'aménagement d'un cours d'eau empêche-t-il l'aménagement d'autres cours d'eau dans une province?

Exemple: cas où tous les acheteurs possibles d'énergie ont été accaparés.

#### 6. *Guides sociaux*

Déterminer l'influence des perceptions et attitudes sur les décisions concernant la gestion des ressources en eau,

exemple: il arrive qu'on prenne imparfaitement conscience du danger des inondations ou de la pollution, et que les opinions sur l'organisme à qui devrait incomber la responsabilité d'agir soient différentes. Dans quelle mesure cette situation explique-t-elle le fait typique qu'on attend toujours l'apparition d'une conjoncture critique avant d'étudier les problèmes? Dans quelle mesure les perceptions et attitudes des spécialistes et des professionnels diffèrent-elles de celles de l'homme de la rue?

Déterminer la mesure dans laquelle les buts et objectifs visés lors de l'aménagement des ressources en eau sont effectivement atteints,

exemple: le PFRA a-t-il atteint les buts ayant motivé sa création? Quel a été le degré d'efficacité de l'Acte d'Assistance pour la Conservation de l'eau du Canada?

Déterminer l'aptitude du cadre administratif actuel à prendre en mains les problèmes de gestion des ressources en eau qui se présentent,

exemple: dans quelle mesure une meilleure coordination à l'intérieur des différents échelons administratifs et entre ces échelons est-elle nécessaire pour améliorer le rendement de la gestion des ressources en eau?

Déterminer les fonctions à assigner à chaque échelon administratif pour obtenir le meilleur rendement dans la gestion des ressources en eau,

exemple: sous quelle forme le gouvernement fédéral pourrait-il être chargé de prendre en mains la direction lorsque surviennent des difficultés relevant du domaine de l'eau, en particulier lorsqu'il y a incertitude sur l'organisme habilité à prendre l'initiative de l'action? Quel serait le cadre institutionnel optimal permettant de planifier et aménager d'une manière cohérente un bassin hydrographique dépendant de plusieurs juridictions?

6. *Guides sociaux*—suite

Déterminer la répartition optimale des rôles entre le secteur public et le secteur privé concernant la gestion des ressources en eau.

Déterminer les critères permettant de répartir l'eau entre des usagers concurrents et de choisir entre des plans d'aménagement concurrents,

exemple: sur quelles considérations baser les décisions concernant la protection des remontées de courant des poissons anadromes?  
Quelle devrait être l'importance relative de facteurs tels que précédents historiques, lois existantes, considérations économiques et sociales, et considérations d'esthétique?

Déterminer les mesures d'encouragement à l'action privée pouvant inciter celle-ci à se substituer à l'action publique,

exemple: comment encourager les industriels à réduire la pollution et instituer des règlements de dépollution?

**Tableau 6.—Dépenses (1966) relatives aux catégories de recherches sur les ressources en eau mentionnées dans le questionnaire du Secrétariat des Sciences**

| N° de code | Catégorie  | \$'000  | Pourcentage du total |
|------------|--|---------|----------------------|
| 100        | Nature de l'eau.....   | 42.5    | .5                   |
| 200        | Cycle hydrologique.....  | 3,909.9 | 46.6                 |
| 300        | Accroissement et protection des approvisionnements en eau..... | 428.2   | 5.1                  |
| 400        | Gestion et contrôle quantitatifs des ressources d'eau.....     | 300.5   | 3.6                  |
| 500        | Gestion et protection de la qualité des eaux.....              | 2,518.2 | 30.0                 |
| 600        | Aspects économiques, sociaux et institutionnels....            | 279.4   | 3.3                  |
| 700        | Données sur les ressources en eau.....                         | 427.0   | 5.1                  |
| 800        | Travaux de génie.....  | 484.0   | 5.8                  |

Tableau 7.—Dépenses relatives aux recherches effectuées dans le domaine des sciences sociales<sup>a</sup> sur la gestion des ressources en eau au Canada, 1966

\$'000

| N° de code | Sous-catégories  | Gouv. féd. | Gouv. prov. | Ind. | Univ. | organ. sans but lucratif | Total |
|------------|--|------------|-------------|------|-------|--------------------------|-------|
| 601        | Planification.....   | 16.0       | 14.0        | —    | 20.8  | —                        | 50.8  |
| 602        | Procédés d'évaluation.....   | 33.0       | 5.0         | —    | 21.1  | —                        | 59.1  |
| 603        | Répartition des dépenses, partage du coût, conditions de prix et de remboursement..... | —          | 2.0         | —    | —     | —                        | 2.0   |
| 604        | Besoins en eau.....  | —          | 25.0        | —    | 30.0  | —                        | 55.0  |
| 605        | Code des eaux.....   | —          | —           | —    | 2.8   | —                        | 2.8   |
| 606        | Incidences institutionnelles.....  | —          | 2.0         | 70.0 | 9.1   | —                        | 81.1  |
| 607        | Aspects sociologiques et psychologiques.....   | —          | —           | —    | 28.6  | —                        | 28.6  |
| 608        | Aspects écologiques.....   | —          | —           | —    | —     | —                        | —     |
|            | Pourcentage des dépenses totales en recherche dans le domaine de l'eau.....            |            |             |      |       |                          | 3.3   |

<sup>a</sup> Supposées concerner principalement la catégorie 600 (aspects économiques, sociaux et institutionnels) définie dans le questionnaire du Secrétariat des sciences.

**Tableau 8.—Types d'études économiques nécessaires dans le domaine de la gestion de l'eau au Canada**

**1. Recherche théorique**

**A. Économie du bien-être social**

- exemples: (1) spécification des fonctions objectives;  
(2) problèmes de mesure de l'utilité;  
(3) problèmes d'optimisation en présence de plusieurs contraintes telles que redistribution des revenus;  
(4) problèmes consistant à tenir compte des indivisibilités et des extériorités;  
(5) problèmes de mesure du coût des occasions;  
(6) problèmes de formation des décisions en présence d'incertitudes;  
(7) problèmes du choix de taux d'escompte sociaux appropriés.

**B. Économétrie**

- exemples: (1) Problèmes de calcul des fonctions de demande;  
(2) Problèmes d'estimation des coûts;  
(3) Modèles de l'économie régionale;  
(4) Modèles d'utilisation du terrain et des moyens de transport.

**C. Structures économiques et organisation**

- exemples: (1) Études comparatives des décisions centralisées et des décisions décentralisées;  
(2) Problèmes d'estimation des coûts;  
(3) Modèles de l'économie régionale;  
(4) Modèles d'utilisation du terrain et des moyens de transport.

**D. Mathématiques—Recherche opérationnelle et science des calculatrices**

- exemples: (1) Mise au point et utilisation de la programmation mathématique et des techniques d'optimisation;  
(2) Simulation par modèles.

**2. Études fondamentales**

**A. Planification régionale et prévisions**

- exemples: (1) Études démographiques;  
(2) Analyse de la croissance économique dans diverses régions;  
(3) Analyse des incidences des changements technologiques;  
(4) Études des changements dans le schéma d'ensemble de l'utilisation du terrain.

**B. Investissements publics et privés dans divers secteurs de l'économie**

- exemples: (1) Évaluation des rendements financiers des diverses activités économiques;  
(2) Évaluation des rendements financiers des aménagements d'infrastructure.

**C. Objectifs et contraintes pour divers échelons administratifs**

- exemples: (1) Description des objectifs des aménagements régionaux;  
(2) Analyse des incidences des contraintes de redistribution des revenus;  
(3) Analyse des contraintes de taxation;  
(4) Analyse des incidences du code de l'eau et de diverses institutions.

**3. Études des demandes de services d'eau**

**A. Inventaires descriptifs de l'utilisation de l'eau dans chaque catégorie d'emplois de l'eau (usages industriels de l'eau, service d'eau pour usages domestiques, agriculture, et divers usages ne comportant pas consommation).**

**B. Études analytiques relatives à chacune de ces utilisations. On tiendra compte des effets des fixations de prix, des possibilités de substitutions techniques et des répercussions exercées sur les décisions relatives à l'implantation des industries, par l'existence d'un service d'eau et par le prix de celle-ci.**

4. *Études historiques, études de cas particuliers, autopsies*

- A. Histoires des décisions et des répercussions subséquentes  
exemples: (1) répercussions sur diverses activités économiques;  
(2) répercussions sur d'autres activités ou phénomènes tels qu'écologie végétale ou animale.
- B. Évaluation a posteriori  
exemples: (1) Détermination de la mesure dans laquelle les objectifs annoncés ont effectivement été atteints. Mesure dans laquelle des conséquences imprévues se sont manifestées;  
(2) Examen de l'influence de diverses contraintes sur les résultats.

**Tableau 9.— Résumé des types de recherche nécessaires sur les aspects légaux et institutionnels de la gestion des ressources en eau du Canada**

| Phase 1:<br>L'IDEAL<br>(théorie)  | Phase 2:<br>LA SITUATION<br>(inventaire)  | Phase 3:<br>CE QUI EST DESIRABLE<br>(critique)   | Phase 4:<br>LE POSSIBLE<br>(action)   |
|---|---|--|---|
| <p align="center"><i>1<sup>er</sup> niveau: droit</i></p> <p>0. Exposé du problème:<br/>—exigences et limitations<br/>Obligations légales:<br/>—propriété</p> <p>1. Caractéristiques</p> <p>2. Choix du système (0+1)<br/>—action gouvernementale</p> <p>3. Intervention dans l'exploitation</p> <p>4. Règlementation (0+2)</p> <p>5. Choix des techniques de gestion<br/>(3+4)</p> | <p align="center"><i>1<sup>er</sup> niveau: système de propriété</i></p> <p>8. Action gouvernementale sur le système (eau + base)</p> <p>9. Inventaire des règlements</p> <p>10. Analyse du code de l'eau (8+9)</p>                           | <p align="center"><i>1<sup>er</sup> niveau: droit</i></p> <p>14. Analyse des lois existantes (0+10)</p> <p>15. Nouvelles normes légales (2+5+4)</p> <p>16. Changements correspondants apportés aux lois existantes (14+15)</p>   | <p align="center"><i>1<sup>er</sup> niveau: avec l'Acte de l'ANB</i></p> <p>23. Description des responsabilités provinciales</p> <p>24. Description des responsabilités fédérales</p> <p>25. Théories d'interprétation</p> <p>26. Analyse de la répartition des pouvoirs résultant de la constitution actuelle (15+19+23+24+25)</p>             |
| <p align="center"><i>2<sup>ème</sup> niveau: institutions</i></p> <p>6. Modèles administratifs</p> <p>7. Choix institutionnels (5+6)</p>  | <p align="center"><i>2<sup>ème</sup> niveau: Institutions</i></p> <p>11. Inventaire des organismes publics responsables</p> <p>12. Inventaire des organismes privés supplémentaires</p> <p>13. Synthèse du complexe administratif (11+12)</p> | <p align="center"><i>2<sup>ème</sup> niveau: Institutions</i></p> <p>17. Examen des institutions dans le domaine de l'eau (7+13)</p> <p>18. Nouvelles institutions (7+17)</p> <p>19. Textes constitutionnels (17+18)</p> <p>20. Changements correspondants apportés aux lois existantes (11+12+19)</p> <p>21. Systèmes de procédure (15+19)</p> <p>22. Lois de procédure (19+21)</p> | <p>27. Autorités responsables dont la réforme s'impose (23+24+25+15+16+19+20+22)</p> <p>28. Législation commune et corps délégués (26+27)</p> <p>29. Législation parallèle et méthodes de coordination (26+27)</p> <hr/> <p align="center"><i>2<sup>ème</sup> niveau: autre que l'Acte de l'ANB</i></p> <p>30. Une seule autorité (7+23+24)</p> |

**Tableau 10.—Séance du Secrétariat des sciences—Aspects sociaux, économiques et institutionnels de la recherche sur les ressources en eau**

**Toronto—5-6 Juin 1967**

**LISTE DES PARTICIPANTS**

*Experts-Conseils du Secrétariat des sciences*

Professeur W. R. Derrick Sewell (Expert-Conseil principal), Département de la Science économique et de la Géographie, Université de Victoria  
M. Michel Chevalier, Institute for Environmental Studies, Université de Pennsylvanie  
Professeur Richard Judy, Département d'Economie politique, Université de Toronto  
Professeur Lionel Ouellet, Département de la Science économique, Université Laval, Québec.

*Spécialistes invités*

M. Alan Albury, Ingénieur-Conseil, Toronto, Ontario  
Professeur Ian Burton, Département de Géographie, Université de Toronto  
D<sup>r</sup> H. F. Fletcher, Ministère de l'énergie, des mines et des ressources, Ottawa  
M. J. P. Gourdeau, Ingénieur-Conseil, Montréal, Québec  
D<sup>r</sup> Joseph Kates, Expert-Conseil, Toronto, Ontario  
Professeur Ed. Kuiper, Département du Génie civil, Université du Manitoba  
M. W. Packman, Expert-Conseil, Ottawa, Ontario  
Professeur E. G. Pleva, Département de Géographie, University of Western Ontario  
Professeur Gunter Schramm, School of Natural Resources, University of Michigan  
M. Gilbert Tardif, Ingénieur-Conseil, Québec.

*Comité de direction*

M. James P. Bruce, Secrétariat des sciences  
M. Christian H. de Laet, Conseil canadien des ministres des ressources, Ottawa  
M. James W. MacNeill, Ministère de l'énergie, des mines et des ressources, Ottawa  
M. Michel Slivitsky, Ministère des richesses naturelles, Québec.

*Secrétariat des sciences*

D<sup>r</sup> Dirk E. L. Maasland, Secrétariat des sciences, Ottawa  
M. G. T. McCollm, Secrétariat des sciences, Ottawa.

## APPENDICE

Le Secrétariat des sciences a engagé quatre Experts-Conseils chargés d'étudier les aspects sociaux, économiques et institutionnels de la recherche sur les ressources en eau. Les Experts-Conseils étaient: M. Michel Chevalier, Institut d'Urbanisme, Université de Montréal; D<sup>r</sup> Richard Judy, Département d'Économie Politique, Université de Toronto; M. Lionel Ouellet, Département d'Économie Politique, Université Laval; D<sup>r</sup> Derrick Sewell (Président), Département de la Science Économique et de la Géographie, Université de Victoria.

Chaque Expert-Conseil a soumis un rapport qui a été utilisé pour la préparation du présent rapport. Celui-ci a été rédigé par le Président du groupe. On s'attend à ce que les premiers rapports soient publiés séparément dans des journaux spécialisés. Au moment de la publication du présent rapport, il n'est donc pas possible de donner de références les concernant. Les lecteurs qu'intéresseraient ces documents pourront, à une date ultérieure, demander des précisions au Secrétariat des sciences.

On trouvera ci-après de brefs résumés des quatre études de base.

### **I. PLAN D'ORGANISATION ET D'UTILISATION DE LA RECHERCHE DANS LE DOMAINE DES SCIENCES SOCIALES CONCERNANT LA GESTION DES RESSOURCES CANADIENNES EN EAU**

*Par Michel Chevalier*

Ce rapport définit une stratégie générale de planification. L'objectif visé consiste à relier la recherche dans le domaine des sciences sociales à la gestion des ressources en eau. On trouvera ici une méthode générale servant à aborder l'étude de la question. Cette méthode est destinée à servir de base à des stratégies plus particulières.

L'examen des réalisations et des besoins de la recherche en sciences sociales concernant la gestion des ressources en eau présente des difficultés. Elles résultent des relations étroites, mais imprécises, existant entre ce domaine et d'autres secteurs fonctionnels, et de la multiplicité des organismes impliqués dans ce genre d'études. Il ne suffit pas de se borner à un simple examen. L'inventaire initial ne peut, au mieux, constituer qu'un début décousu. Aussi est-il impossible de donner immédiatement, en termes opérationnels, des indications précises et rationnelles concernant la planification. L'inventaire ne peut être utilisé dans un but opérationnel que si l'on met au point un moyen de le réviser progressivement et d'en étendre le champ.

Les lignes qui suivent exposent une stratégie permettant d'atteindre cet objectif. Elle définit deux systèmes liés l'un à l'autre. L'un comprend des organismes essentiellement engagés dans la gestion des ressources en eau (par exemple des organismes publics); l'autre comprend des organismes essentiellement engagés dans la recherche en sciences sociales (par exemple des universités). Le point à étudier réside dans la nature de l'interaction entre ces deux systèmes, cette interaction étant représentée par les activités des organismes à travers les frontières du système.

Le mécanisme proposé pour l'équipe de travail illustre le fait qu'un changement d'organisation dans le système actuel de gestion des ressources en eau est une condition préalable à la mise en œuvre de la stratégie. Le rôle que peut jouer l'équipe de travail dans la formation d'une politique nationale de l'eau est illustré par un exemple particulier.

L'orientation générale de cette stratégie est indiquée: intensification des relations entre les deux systèmes considérée dans un double contexte: valeurs des produits et des processus. L'objectif à atteindre présente un double aspect: renforcement des possibilités offertes par le système de la recherche en sciences sociales pour fournir des informations au système de gestion des ressources en eau, et renforcement de la capacité du système de gestion des ressources en eau d'en faire usage.

On a décrit trois espèces ou stades d'interpénétration des organismes entre les systèmes. *L'un* concerne les organismes de gestion des ressources en eau, le système de recherches en sciences sociales, et la subvention ou la commande de travaux de recherche. *Le second* consiste dans l'interpénétration inverse, c'est-à-dire l'exécution de recherches en sciences sociales dans le domaine de la gestion des ressources en eau. *Le troisième* comporte des interpénétrations réciproques et consiste dans l'application de la recherche en sciences sociales aux décisions de gestion des ressources en eau.

Les objectifs indiqués et les modes d'interpénétration proposés visent à fournir aux responsables de la gestion des ressources en eau un dénominateur commun leur permettant de déterminer, aux doubles points de vue formel et organisationnel, les programmes de recherche en sciences sociales qu'ils devraient subventionner.

## II. PROBLÈMES ÉCONOMIQUES SE PRÉSENTANT DANS LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

*Par Richard W. Judy*

Le rapport indique les domaines de la science économique et de la gestion des ressources en eau probablement appelés à procurer d'importants dividendes. Il est difficile d'attribuer des ordres de priorité aux divers sujets de recherche. Si des progrès majeurs étaient réalisés dans l'un ou l'autre d'entre eux, il en résulterait une meilleure utilisation des ressources en eau à

l'intérieur des systèmes de gestion adoptés. On peut cependant mentionner trois sujets qui méritent une attention et une aide spéciales. Ce sont: 1)—études fondamentales en démographie et en économie, 2)—études des demandes de services d'eau pour l'industrie, les usages domestiques et l'agriculture, et 3)—modèles de simulation numérique pour l'analyse des systèmes complexes.

Il devrait exister, dans le domaine de la science, une forte interaction entre l'analyse empirique et la résolution de problèmes pratiques, d'une part, et les progrès de la théorie, d'autre part. En science comme ailleurs, la nécessité est souvent la mère de l'invention. La stratégie des subventions à la recherche devrait tenir compte de cette vérité. Le théoricien qui travaille à l'écart de la réalité empirique ne créera probablement que des théories erronées ou étrangères à l'essence du sujet. Le praticien qui ne s'intéresse ni à la création de concepts, ni à la théorie, ne peut guère faire progresser la méthodologie utilisable dans son domaine de travail. On doit, pour ces raisons, souhaiter la réunion en une étude unique des travaux de perfectionnement des théories et de solution des problèmes pratiques. Les sujets théoriques sont distincts des sujets de la science appliquée, mais il y a toute raison de s'attendre à un progrès simultané dans les deux domaines.

Les investissements en recherche théorique produiront leurs plus hauts dividendes s'ils servent à subventionner le travail de scientifiques qui sont sérieusement intéressés à améliorer la théorie et la méthodologie des processus de décision, et qui acceptent le domaine de la gestion des ressources en eau comme terrain d'essai de leurs conceptions.

Le Canada dispose de nombreux économistes, de spécialistes de la recherche opérationnelle, de mathématiciens spécialisés dans les calculatrices, tous compétents, et capables d'apporter des contributions importantes aux sujets mentionnés dans le rapport. Mais il est nécessaire de diriger leur attention vers ces sujets et de subventionner leurs travaux de recherche.

Aux deux niveaux de gouvernement, provincial et fédéral, des économistes travaillent dans des organismes gouvernementaux; sur eux pourrait reposer en grande partie la tâche d'exécuter des études économiques fondamentales. Ces études appartiennent peut-être moins à la catégorie «recherche» qu'à la catégorie «mise en œuvre» parce qu'elles s'appuient sur la méthodologie classique. Le point important à mettre en valeur est le suivant: ces études sont d'une nécessité vitale pour l'examen des fonctions de demandes de services d'eau recommandé dans le rapport.

La méthodologie et l'évaluation de la fonction de demande de services d'eau sont beaucoup moins avancées. Maintes recherches, tant fondamentales qu'expérimentales, n'ont pas été entreprises. Il serait souhaitable d'attirer dans cette direction les talents d'économistes imaginatifs travaillant au service du gouvernement et dans les universités. Dans beaucoup d'universités canadiennes, il existe des membres du personnel supérieur qui pourraient, si leurs talents étaient orientés dans le sens voulu, contribuer largement aux

progrès dans ce domaine. Des étudiants diplômés travaillant à des thèses ou mémoires pourraient rendre service à eux-mêmes et au domaine de la gestion des ressources en eau s'ils le choisissaient comme objet de leur recherche.

La conception et l'emploi de modèles de simulation numérique constituent un art très jeune. Cette technique est très prometteuse pour la gestion des ressources en eau, car elle crée l'homologue d'un laboratoire dans lequel il est possible de soumettre à l'essai et d'évaluer diverses solutions d'un même problème. Le travail de recherche devrait, surtout dans les universités, bénéficier d'un soutien vigoureux.

Lors du choix des projets de recherche à subventionner, il serait, semble-t-il, peu sage de se limiter aux membres des centres de recherche sur les ressources en eau. On peut trouver, dans chacune des provinces du Canada, des économistes et autres scientifiques capables d'apporter des contributions d'importance majeure. Il arrivera souvent que ceux dont les préférences vont aux études théoriques ne se seront pas affiliés à un centre ou à un institut spécialisé dans un certain domaine empirique. Si l'on désire des découvertes réelles et décisives, il sera nécessaire d'attirer quelques-uns de ces scientifiques vers le domaine de la gestion des ressources en eau. Il serait malavisé de subordonner une aide à la recherche à leur appartenance à un institut de recherche sur les ressources en eau.

L'obstacle principal à l'accroissement des efforts de recherche sur la gestion des ressources en eau est de nature financière. Il existe au Canada de nombreux économistes et scientifiques de haut calibre. S'ils étaient assurés d'un soutien financier adéquat, bon nombre d'entre eux seraient prêts à consacrer leurs talents et leurs énergies à la recherche dans ce domaine. Étant donné la nature des problèmes qui préoccupent actuellement de nombreux économistes, on peut penser que le coût nécessaire pour détourner leur attention en faveur de la recherche en gestion des ressources en eau ne serait pas excessivement élevé.

### **III. BIBLIOGRAPHIE SUR LES EAUX CANADIENNES (DOCTRINE—ARTICLES DE REVUES—JURISPRUDENCE)**

*Par Lionel Ouellet*

Ce document sera publié par le Secrétariat du Conseil canadien des ministres des ressources.

### **IV. LE RÔLE DE LA RECHERCHE GÉOGRAPHIQUE DANS L'EXPLOITATION DES RESSOURCES EN EAU AU CANADA**

*Par W. R. Derrick Sewell*

#### **1. Point de concentration actuelle des recherches**

La mise en œuvre et l'utilisation des ressources naturelles ont constitué, dans plusieurs parties du monde, un point de concentration d'importance majeure pour les enquêtes géographiques. Il en est résulté, particulièrement

dans le domaine des ressources en eau, quelques apports de valeur à la fois à la somme de nos connaissances et à la théorie. La recherche géographique relative aux ressources en eau a eu tendance, au Canada, à se concentrer sur trois sujets principaux: facteurs affectant la répartition de ces ressources, mise en exploitation des ressources en eau dans des régions particulières, et influence de divers facteurs institutionnels sur les processus de décision.

La répartition des ressources en eau est affectée par une grande variété de facteurs physiques comprenant en particulier le climat, le terrain et la géologie. Ces facteurs ont reçu, de la part des géographes canadiens, une attention considérable et, comme l'ont noté certains comptes rendus récents, quelques importantes contributions ont été apportées à la littérature relative à ce domaine. Un petit nombre seulement de ces études ont été entreprises en vue de l'exploitation des ressources en eau, mais beaucoup d'entre elles ont apporté des matériaux utilisables dans ce domaine. L'intérêt s'est surtout porté jusqu'à maintenant sur le Nord canadien, et le Saint-Laurent et les Grands Lacs; mais l'intérêt pour d'autres régions augmente à l'heure actuelle. Les géographes canadiens contribuent en même temps dans une importante mesure aux recherches sur l'hydrologie et sur les techniques d'identification et de mesure de phénomènes physiques tels que les écoulements souterrains.

Un second point de concentration de la recherche géographique réside dans la mise en œuvre des ressources en eau dans des régions particulières. Ici encore l'intérêt principal s'est porté sur le réseau de drainage du Saint-Laurent-Grands Lacs et sur le fleuve MacKenzie. Cette concentration reflète d'une part une prise de conscience de l'existence d'un point central de l'activité économique canadienne, et, d'autre part, l'intérêt porté aux régions du Nord par les géographes canadiens. Un effort spécial a été réservé à la Voie Maritime du Saint-Laurent, à sa contribution à la croissance économique de la région des Grands Lacs, et au rôle qu'elle joue dans l'ensemble du pays. D'autres études ont traité de l'exploitation de l'énergie hydro-électrique, ou des inondations en divers endroits du pays. La plupart des études antérieures consistaient dans des comptes rendus descriptifs utilisant des outils d'analyse relativement simples. Peu d'entre elles ont contribué à améliorer la théorie. Des contributions plus récentes ont atteint des niveaux de complexité plus élevés, en particulier à cause de l'emploi de méthodes quantitatives d'analyse statistique et d'analyse économique. Un bon nombre de géographes canadiens ont contribué à l'amélioration et l'adaptation de méthodes destinées à apprécier la valeur de projets de mise en œuvre des ressources en eau.

Le troisième type d'études concerne l'influence de divers facteurs institutionnels sur les décisions relatives à la gestion rationnelle de l'eau. Les facteurs suivants présentent de l'importance: division des juridictions, dispositions administratives, et contraintes légales. Les géographes ont examiné l'influence de ces facteurs sur la planification des bassins hydrographiques en plusieurs endroits du Canada, spécialement en Ontario, dans les provinces des Prairies, en C.-B. et dans les Territoires. La plupart de ces études ont été

entreprises au cours des cinq dernières années. Elles reflètent l'intérêt croissant porté par les géographes canadiens aux questions de politique d'emploi des ressources.

L'examen précédent montre que les géographes canadiens ont apporté quelques contributions importantes à la planification et la mise en œuvre des ressources en eau. Il révèle également que le centre de la recherche géographique dans le domaine des ressources en eau a subi, au cours des dernières années, des déplacements significatifs. Des aspects physiques de l'exploitation des ressources en eau, l'intérêt principal s'est déplacé vers les aspects économiques, sociaux et politiques. Ce changement a été accompagné par un emploi accru d'outils d'analyse plus perfectionnés, et par un intérêt croissant pour les questions de politique publique dans le domaine des ressources.

## **2. Nouveaux horizons offerts à la recherche géographique**

Étant donné l'intérêt accru porté par les géographes au domaine des ressources en eau, et leur compétence croissante, quels types de recherche pourraient-ils entreprendre avec fruit en vue de résoudre les problèmes d'actualité concernant la gestion de l'eau au Canada? D'après les genres d'études entreprises par les géographes au Canada et ailleurs, dans le domaine de l'eau et dans les domaines connexes, on remarque que quatre types principaux d'études se suggèrent d'eux-mêmes. Ils concernent l'évaluation de l'importance et des emplois possibles des ressources canadiennes en eau, l'analyse des répercussions entraînées sur le territoire par leur mise en application; l'influence des contraintes exercées par les institutions existantes sur la préparation des plans et sur leur mise en œuvre; enfin le rôle des perceptions et des attitudes dans les processus de décision. Ces divers types de recherches sont décrits en détail dans le rapport préparé pour le Secrétariat des sciences sur les études géographiques.

Il faudra, pour pouvoir exécuter les recherches nécessaires, apporter quelques changements importants aux mécanismes des subventions et aux programmes de formation dans les universités. Il est actuellement dépensé moins de 60,000 dollars par an en recherche dans le domaine de la géographie sur les ressources en eau au Canada. Cette situation peut être expliquée de plusieurs manières. L'une consiste dans le fait que très peu de géographes canadiens se sont intéressés à la question des ressources en eau et particulièrement aux aspects de politique publique de ces problèmes. Sur un nombre d'environ 150 géographes professionnels au Canada, il est probable qu'au plus une demi-douzaine ont contribué d'une manière continue à la recherche sur les ressources en eau. Une seconde explication réside dans le fait que seuls un très petit nombre d'organismes ont subventionné la recherche géographique. La Branche Géographique du ministère des mines et des relevés techniques et le Conseil du Canada constituent à peu près les seules sources possibles de fonds. Aucun de ces organismes ne s'est intéressé spécialement aux études sur les ressources en eau. Une troisième explication possible réside

dans le fait que, dans les universités canadiennes, les programmes de formation des diplômés n'offrent que depuis peu des cours sur la gestion des ressources en eau. L'absence de cours de ce genre dans le passé a entraîné comme conséquence inévitable la formation au Canada d'un nombre très faible de géographes spécialisés dans les ressources. La plupart des étudiants intéressés à ce domaine ont dû se rendre aux États-Unis pour y recevoir une formation de diplômés. Beaucoup ne sont pas rentrés au Canada, en partie à cause du plus grand nombre de subventions de recherche offertes là-bas, mais aussi à cause du manque d'offres de situations dans notre pays. Les organismes de gestion de l'eau ont eu une tendance à faire uniquement appel à des ingénieurs pour composer leur personnel supérieur.

Pendant les cinq dernières années, cependant, quelques changements importants se sont produits. Ils ont amélioré les perspectives d'emplois des géographes et provoqué une extension de la recherche géographique. Le gouvernement fédéral et plusieurs gouvernements provinciaux ont aujourd'hui des vues plus larges sur la contribution que peuvent apporter les géographes à la formulation des politiques et à leur mise en œuvre. On a constaté en même temps un accroissement graduel des sommes disponibles pour les recherches portant, dans le domaine des ressources en eau, non seulement sur les aspects physiques, mais aussi sur les dimensions humaines de la question. Un troisième changement consiste dans la mise au point de programmes de géographie des ressources dans plus d'une douzaine d'universités à travers le Canada. Certains de ces programmes s'étendent jusqu'au niveau des diplômés.

### **3. Directives pour le futur**

Si importants qu'aient été ces changements, ils ne constituent visiblement qu'un début. Pour que les recherches nécessaires dans le domaine de la géographie puissent être effectuées, il faut apporter d'autres modifications aux politiques et aux programmes actuels. Des subventions beaucoup plus importantes doivent être allouées d'urgence. Une partie des fonds supplémentaires sera utilisée pour une extension des programmes de formation de spécialistes. C'est en effet le seul moyen d'augmenter le nombre de chercheurs. Il est en outre nécessaire d'envisager d'une manière beaucoup plus large l'octroi de subventions au domaine des sciences sociales. Il faudrait prévoir des subventions à long terme aussi bien que des subventions annuelles. Il convient également de subventionner des programmes de recherche interdisciplines. Aucun mécanisme adéquat n'existe actuellement pour subventionner ce genre de programmes. Le Conseil du Canada et le Conseil national de recherche devraient envisager la création d'un comité commun spécial ayant pour objet de déterminer le bien-fondé des demandes de subvention de recherches interdisciplines. Une autre amélioration urgente consiste dans l'établissement d'une

liaison plus effective entre les organismes du gouvernement et les universités et entre l'industrie et les universités. Cette liaison a, d'une manière générale, manqué jusqu'à maintenant au Canada. Elle pourrait être réalisée de plusieurs manières. On pourrait, par exemple, incorporer des professeurs d'universités aux comités consultatifs et instituer, avec les universités, des programmes de perfectionnement de formation auxquels participeraient des employés du gouvernement soit comme étudiants, soit comme conférenciers. Il conviendrait enfin d'inciter des éléments du personnel universitaire à travailler dans les organismes du gouvernement sur des sujets d'importance majeure, soit pendant les vacances d'été, soit pendant une durée beaucoup plus longue.