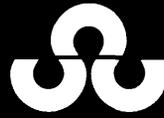


See

13

#13.



Conseil
des sciences
du Canada



Août 1971
Rapport n°13

Un réseau
transcanadien de
téléinformatique

1^{ère} phase d'un programme
majeur en informatique

Un réseau transcanadien de téléinformatique :

1^{ère} phase d'un programme

majeur en informatique

© Droits de la Couronne réservés

En vente chez Information Canada à
Ottawa, et dans les librairies d'Informa-
tion Canada:

Halifax

1735, rue Barrington

Montréal

1182 ouest, rue S^{te}-Catherine

Ottawa

171, rue Slater

Toronto

221, rue Yonge

Winnipeg

499, avenue Portage

Vancouver

657, rue Granville

ou chez votre libraire

Prix: \$0.75

N° de catalogue SS22-1971/13F

Prix sujet à changement sans avis
préalable

Information Canada

Ottawa, 1971

Maquette par Gottschalk + Ash Ltd.

Le 11 mars 1971

Le très honorable P.E. Trudeau, C.P.,
député,
Premier Ministre du Canada,
Chambre des Communes,
Ottawa, Ont.

Monsieur le Premier Ministre,
En conformité avec les articles onze et
treize de la Loi sur le Conseil des sciences,
j'ai le plaisir de vous transmettre les
vues et recommandations du Conseil au
sujet d'un Réseau transcanadien de télé-
informatique, sous forme de rapport
portant le titre: Rapport n° 13 du Con-
seil des sciences du Canada «Le réseau
transcanadien de téléinformatique: 1^{ère}
phase d'un programme majeur en infor-
matique».

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

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

Sommaire

Généralités

1. Il est indispensable que notre pays réalise un programme majeur d'étude des applications de l'informatique et de la technologie des ordinateurs pour assurer leur essor dynamique. Ce programme répond à tous les critères d'un programme majeur d'envergure nationale.

2. La qualité et la quantité des services d'informatique accessibles à tous les Canadiens seraient largement améliorées par la réalisation d'un grand projet, qui de plus aiderait fortement l'industrie canadienne, soit l'organisation d'un réseau national de téléinformatique.

3. Il est nécessaire de mettre vigoureusement en œuvre une politique canadienne pour atteindre cet objectif. Notre passivité permettrait l'invasion du marché canadien par les services de calcul et d'informatique américains, grâce aux embranchements des réseaux américains de téléinformatique. Cette perspective est tout à fait inacceptable des points de vue économique et social. Cette situation est analogue à celle des transports aériens au Canada avant la création des *Trans-Canada Airlines*, et il faut que notre pays fasse un effort national en ce domaine.

4. Il faudra empêcher les sous-réseaux d'écrémer, en quelque sorte, le marché de l'informatique en concentrant leur action uniquement sur les régions à forte densité démographique, afin de se procurer de fructueux bénéfices. Le réseau transcanadien devra relier toutes les grandes agglomérations du Canada afin de fournir des services de calcul et d'informatique au plus grand nombre possible de Canadiens.

5. Il est indispensable que le réseau transcanadien s'étende méthodiquement. Ses concepteurs devront tenir compte de l'ensemble existant d'appareils, d'installations et de circuits de télécommunications, des contraintes qu'ils imposent, de la géographie canadienne et de l'économie de notre pays. En se fondant sur

ces bases, les concepteurs pourront élaborer rationnellement un réseau de téléinformatique au service du plus grand nombre possible de Canadiens. Il sera nécessaire de planifier soigneusement l'élaboration de ce réseau et, si nécessaire, le gouvernement devra intervenir pour assurer la mise en œuvre effective du plan.

Questions de politique

1. Nous croyons que la mise en place d'un réseau monolithique, de structure uniforme, ne serait pas judicieux, en raison de la diversité des besoins régionaux et de notre régime politique fédéral. Il vaut mieux élaborer une série de sous-réseaux interconnectés, dont chacun serait façonné selon les besoins de sa propre région et capable de communiquer avec les autres. Cette méthode nécessitera la mise en place:

a) d'une artère nationale de téléinformatique reliant les sous-réseaux; certains services pourraient être offerts directement par l'artère nationale;

b) d'une société exploitante à fonction normative, qui assurerait la compatibilité des organes techniques des sous-réseaux avec ceux de l'artère nationale; cette société serait propriétaire de l'artère et en assurerait l'exploitation.

2. Il conviendrait qu'une seule société sous mainmise entièrement canadienne soit propriétaire de l'artère nationale. De plus, le gouvernement fédéral devrait s'assurer que cette société sert au mieux les intérêts de notre pays, soit en imposant une réglementation fédérale dans le cas d'une firme entièrement privée, soit en devenant actionnaire majoritaire s'il s'agit d'une entreprise conjointe de l'État et du secteur privé.

3. Il faudrait que les groupes de services rattachés au réseau appartiennent à plusieurs propriétaires. Tout organisme public ou privé devrait pouvoir posséder un groupe de services et le raccorder à l'artère, à la seule condition qu'il suive les normes techniques de compatibilité avec le réseau national. Cette méthode stimulera la concurrence entre les ser-

vices d'informatique, au mieux des intérêts des Canadiens.

4. Tout organisme co-propriétaire de l'artère nationale ne devrait pas pouvoir commercialiser ou vendre ses services par l'intermédiaire de l'artère et des sous-réseaux régionaux. Cependant, cette interdiction ne devrait pas empêcher le propriétaire d'un sous-réseau de raccorder un groupe de services au réseau national pour son utilisation exclusive.

Questions techniques et économiques

1. La transmission numérique des données, y compris celle des données d'informatique, des signaux des bandes sonores ou d'images et des fac-similés est réalisable techniquement et avantageuse au point de vue économique. Cette méthode est également plus souple que les méthodes analogiques actuelles et on peut la rendre beaucoup plus fiable. Le Réseau téléphonique transcanadien convertit peu à peu ses installations téléphoniques à la transmission numérique pour les mêmes raisons. Ce sont les immobilisations qui ont été faites pour le réseau analogique actuel qui constituent l'obstacle le plus important à la mise en place d'un réseau de téléinformatique entièrement numérique.

2. La sauvegarde et le secret de l'information acheminée par le réseau de téléinformatique constitueront un problème fondamental. On n'a pas avantage à prendre des mesures sécuritaires pour les groupes de services si le réseau d'interconnexion permet des fuites d'information.

3. L'industrie canadienne des services d'informatique est vulnérable au dumping des firmes d'informatique étrangères et au coût élevé des services actuels de télécommunication des données.

4. Au début, la grande majorité des abonnés du réseau appartiendront à des organismes industriels, aux services de l'État ou aux établissements d'enseignement. Cependant, nous prévoyons l'extension ultérieure des services de calcul et d'informatique jusqu'aux foyers et il serait logique qu'il en résulte une utili-

sation commune des circuits de raccordement individuels par le Réseau transcanadien de téléinformatique, le réseau téléphonique et le réseau de câblotvion. Tout réseau local de raccordement devrait pouvoir acheminer les données intéressant l'utilisateur individuel, bien qu'il faille restreindre l'acheminement des communications phoniques au réseau téléphonique actuel.

5. Des réseaux-pilotes fonctionnent actuellement avec succès, mais aucun n'a été conçu sur des bases semblables à celles qui prévalent au Canada. C'est pourquoi il faudrait consentir un grand effort de R & D en faveur de l'élaboration d'un mode de transmission convenant aux besoins du Canada. Il est indispensable d'entreprendre immédiatement des travaux de R & D au sujet du réseau, à cause des besoins spéciaux de notre pays et de la croissance prévue pour la téléinformatique. Il faut que nous mettions au point des émetteurs, des multiplexeurs et des concentrateurs pour les télécommunications numériques par micro-ondes. Il faut que nous entreprenions à leur sujet des études techniques tenant compte des traits géographiques particuliers du Canada, de l'économie de la téléinformatique et du volume et du genre de trafic prévus en ce domaine. Il faut que nous entreprenions des travaux exploratoires dans les deux voies possibles, c'est-à-dire la commutation des circuits et la commutation des messages. Il faut que nous accomplissions des recherches sur les techniques des pérogrammes (software) qui permettent de rattacher les ordinateurs au réseau de téléinformatique^a. Il faut qu'on mette en place un office qui accordera des contrats d'étude de ces problèmes et qui en surveillera l'exécution.

6. Il faudrait que le gouvernement s'assure que le réseau fonctionne dans

^aOn doit souligner que les réseaux existants sont des réseaux-pilotes et qu'ils n'ont pas donné de solutions complètes ou adéquates à ces problèmes de R & D. Il semble que le faible volume d'information transmis par le réseau ARPA découle de ce fait.

l'intérêt de notre pays et qu'il ne lui permette pas de se laisser ballotter à la merci des circonstances locales ou de celles qui prévalent en Amérique du Nord.

7. Le succès du réseau dépendra en fin de compte du bon marché des services qu'il fournit; ces derniers devront coûter sensiblement moins cher que ceux qu'on peut se procurer actuellement au Canada. Les services américains sont déjà moins coûteux et l'AT&T se prépare à réduire ses tarifs de moitié en mettant en œuvre les avantages de la transmission numérique.

Table des matières

Sommaire	4
I. Conditions économiques et perspectives techniques de l'industrie de l'informatique	9
II. Les trois phases de l'étude	12
III. Les besoins des utilisateurs de l'informatique	13
IV. Les facteurs économiques et les réactions qu'ils suscitent	15
V. Quelques problèmes sociaux	17
VI. Questions technologiques	18
VII. Choix de politiques pour la réalisation du service public d'informatique	21
VIII. La politique nationale indispensable	26
IX. Recommandations	28
Bibliographie	31
Annexes	33
Publications du Conseil des sciences du Canada	40

Chapitre I

Conditions économiques et perspectives techniques de l'industrie de l'informatique

Le Conseil des sciences s'est intéressé aux applications de l'informatique et à la technologie des ordinateurs lors de l'élaboration de son Rapport n° 41*. Il y déclarait que: «Vers les années 1970, il est fort possible que les ordinateurs constituent la substance de la troisième industrie du monde, après la pétrochimie et l'industrie automobile. L'industrie des ordinateurs jouera un rôle prédominant dans l'évolution de la société de demain, de la même façon que les deux autres grandes industries ont suscité des changements innombrables dans la société contemporaine».

On ne peut douter que l'industrie de l'informatique^a soit l'industrie mondiale croissant le plus vite. Son chiffre d'affaires est passé de 975 millions de dollars américains en 1960 à environ 10 milliards en 1969. On croit qu'en 1974 il atteindra 24 milliards^{2,3,4}.

Si l'on considère certaines nations en particulier, on s'aperçoit qu'en Grande Bretagne les dépenses consenties en informatique atteindront 4 pour cent du PNB vers 1980⁵. En France, le chiffre d'affaires de l'industrie de l'informatique dépassera celui de l'industrie automobile vers 1976⁶.

Au Canada, nous avons consacré 0.48 pour cent du PNB à l'informatique en 1968, et le chiffre d'affaires de l'industrie a été de 500 millions de dollars en 1969⁷. Environ 400 millions ont été dépensés pour l'achat d'équipement

*Dans le texte du présent rapport, l'appel de notre chiffre renvoie à la bibliographie placée à la fin du volume et les lettres renvoient en bas de page pour expliquer ou éclaircir une partie du texte.

^aL'expression « industrie de l'informatique » utilisée dans le présent rapport englobe la conception, la fabrication et la vente du matériel d'informatique (hardware), la conception, l'élaboration et la vente des programmes (software) et la commercialisation des services d'informatique. Les firmes qui se spécialisent dans ce dernier domaine sont appelées des sociétés de services.

d'informatique et le reste pour l'élaboration et l'achat de programmes d'informatique, c'est-à-dire de l'ensemble des instructions données à un ordinateur pour la résolution d'un problème, et au paiement de services d'informatique. Une étude récente⁷ indique que l'industrie canadienne des matériels d'informatique pourrait croître au taux annuel de 25 à 30 pour cent et celle des programmes (software) de 40 à 50 pour cent annuellement au cours des dix prochaines années. Il en résulterait qu'en 1975 notre pays dépenserait 1.3 milliard de dollars pour les matériels d'informatique et 0.67 milliard pour les programmes.

Une autre étude⁸ a utilisé une méthode différente pour calculer la croissance de l'industrie, et elle a donné des résultats similaires. On estime que l'industrie de l'informatique, y compris les télécommunications, engendrera des mouvements de fonds atteignant entre 3.4 et 8 milliards de dollars en 1979, le montant le plus probable étant 4.8 milliards. Si nous prenons pour acquis qu'en 1979 le PNB du Canada atteindra 145 milliards, on trouve que les secteurs de l'informatique (matériels, programmes et services) absorbera de 2 à 5 pour cent de notre PNB. Disons pour comparer qu'en 1968 nous avons consacré 4 pour cent de notre PNB à l'achat d'automobiles neuves.

Un fait ressort clairement de cette série de données et d'extrapolations: l'industrie de l'informatique jouit d'un dynamisme économique et de possibilités de croissance sans pareils. Les seuls facteurs économiques en font le bénéficiaire tout désigné d'un effort national concerté.

Les progrès technologiques de l'industrie de l'informatique sont aussi très impressionnants. Tous les cinq ou dix ans surgit une nouvelle génération d'ordinateurs, dont chacune consacre une révolution technologique. C'est ainsi qu'en l'espace de quinze ans la taille des unités de traitement a été réduite 200 fois; leur rapidité a été multipliée par 200 et les frais d'informatique ont

été divisés par 300. Cette amélioration extrêmement rapide continuera encore pendant quelques années et les modifications quantitatives qu'elle englobe conduiront à un perfectionnement qualitatif très poussé. Il est maintenant possible d'améliorer fortement la précision de l'étude des modèles climatiques, de la prévision du temps, de la dynamique urbaine et des économies nationales. C'est pourquoi les applications de l'informatique et la technologie des ordinateurs constituent un domaine fertile, prêt pour l'exploitation technologique.

Les modifications qualitatives mentionnées ci-dessus modèlent le corps social de façon mal connue. La création des banques de données menace l'intimité des individus. De nombreuses personnes pourront accomplir leur journée de travail grâce à des terminaux, sans quitter leur maison; un enseignement plus diversifié et des soins de santé moins coûteux, mieux adaptés à la personne concernée, pourraient devenir la règle.

Les applications de l'informatique et la technologie des ordinateurs sont d'un intérêt primordial pour les Canadiens, en raison de leurs répercussions économiques, techniques et sociales. Mais il faut que nous répondions à une question urgente: quel rôle notre pays doit-il jouer dans ce nouveau secteur capital?

Les grandes ressources sur lesquelles s'appuie l'industrie de l'informatique sont la matière grise et la compétence technique. C'est essentiellement une industrie de la connaissance. La fabrication des matériels d'informatique, qui nécessite les plus gros investissements, en exige beaucoup moins que bien d'autres activités industrielles, et l'industrie des périgrammes est encore moins gourmande. Les fournitures dont l'industrie des périgrammes a besoin consistent en bureaux, papier et crayons, liaisons avec des ordinateurs, et sans doute un distributeur de café! L'élaboration des périgrammes n'a guère besoin d'infrastructure industrielle, et celle qui est

nécessaire à la fabrication des matériels d'informatique consiste en ateliers de fabrication des circuits intégrés. Les normes pédagogiques des établissements d'enseignement canadiens sont parmi les meilleures du monde, et nous formons de grands nombres de mathématiciens, d'ingénieurs, de programmeurs et d'autres spécialistes possibles des ordinateurs. En conséquence, aucun facteur critique ne nous empêche de nous attribuer un secteur bien choisi de l'industrie de l'informatique. Des pays beaucoup moins dotés que le nôtre, tels la Hollande, la Suède et Israël, participent activement à l'essor de l'industrie de l'informatique.

Cependant, les tendances actuelles de l'industrie canadienne de l'informatique paraissent décourageantes. Elle a entrepris après 1950 la réalisation d'un programme original de conception, dont le financement provenait des contrats pour la défense, qu'on a cessé d'octroyer. Cet effort initial a été remplacé par l'activité manufacturière de succursales protégées par des barrières douanières et soutenues par un programme de stimulation industrielle. Le Canada n'a que très peu participé à toutes les possibilités d'élaboration et de fabrication des matériels d'informatique et les industries des périgrammes et des services d'informatique sont généralement débiles. La plupart de nos sociétés de services subissent des pertes et déjà quelques-unes ont été absorbées par des firmes américaines. La plus grosse partie du chiffre d'affaires mentionné ci-dessus revient à des firmes d'informatique aux mains de l'étranger. Bref, la technologie ultime est malade au Canada, bien qu'aucun facteur fondamental ne lui barre la route des succès.

Les causes de ce malaise sont bien connues, car elles ont affecté de nombreuses industries canadiennes à forte composante technologique. Ce sont l'étroitesse et la dispersion des débouchés, les caractéristiques géographiques du Canada, la concurrence acharnée des firmes étrangères qui prospèrent dans un

milieu économique plus favorable, des coûts élevés et le morcellement de l'industrie. L'achèvement de l'étude sur la recherche et l'innovation industrielles, entreprise par le Conseil, permettra un examen plus détaillé de ces problèmes. Cependant, ils ne paraissent pas insolubles. Des perspectives intéressantes s'offrent encore à l'industrie canadienne de l'informatique, mais il sera bientôt trop tard. Les possibilités seront alors perdues, et le Canada devrait se contenter d'acheter des licences de fabrication des matériels d'informatique, des périgrammes et des services si un programme cohérent n'était pas lancé au cours des prochaines années. On observe déjà un déficit sérieux du commerce extérieur pour l'équipement d'informatique^b. Le Conseil estime que l'industrie canadienne de l'informatique ne peut se contenter d'une activité de succursale. Si l'on écarte les problèmes des exportations, d'une dépendance excessive au regard des fournisseurs étrangers et de l'absence d'emplois intéressants pour les Canadiens d'éducation supérieure, il reste que notre pays doit d'urgence déterminer et orienter l'effort de l'industrie afin que son essor contribue à réaliser nos objectifs sociaux.

Le concept de programme majeur, tel qu'il est exposé dans le Rapport n° 4 du Conseil, pourrait contribuer à la mise sur pied d'une saine industrie canadienne de l'informatique, travaillant aux progrès sociaux de notre pays. Le présent rapport examine le premier d'une série de grands projets qui, ensemble, formeront un programme majeur. Cependant, il est indispensable que notre gouvernement adopte une politique dynamique pour favoriser l'essor d'une industrie

dynamique de l'informatique qui assurerait le succès de ce programme majeur.

^bCe solde négatif du commerce extérieur est passé de 35 millions de dollars en 1964 à 148 millions en 1970, bien que le montant des exportations soit passé de 16 à 27 pour cent de celui des importations au cours de la même période (Bureau fédéral de la statistique Cat. 65-004 et 65-007. Ces données concernent les ordinateurs et leurs éléments constitutifs, les perforatrices de cartes, les trieuses et les tabulatrices).

Chapitre II

Les trois phases de l'étude

Dans le Chapitre I, nous avons exposé les problèmes qui méritent certainement une étude plus approfondie. À cet effet, le Conseil des sciences a formé, en janvier 1970, un Comité chargé de mener des études approfondies sur les applications de l'informatique et la technologie des ordinateurs au Canada. Le mandat du Comité était très vaste; c'est pourquoi il parut difficile de le réaliser en une seule étape. On sépara donc l'étude en trois phases liées entre elles. Voici les grands problèmes traités dans le cadre de chaque phase:

Phase I: Satisfaction des besoins des utilisateurs de l'informatique.

Quelles sont les mesures qui permettraient une amélioration remarquable de la quantité et de la qualité des services d'informatique accessibles aux Canadiens, et qui étayeraient les efforts de l'industrie canadienne des services d'informatique?

Phase II: Essor d'une industrie canadienne des matériels d'informatique et des périgrammes.

Quelles mesures pouvons-nous prendre pour favoriser l'essor d'une industrie canadienne dynamique des matériels d'informatique et des périgrammes (conception et élaboration des programmes d'informatique)? Quels sont les domaines où l'industrie devrait se spécialiser et quels sont les coûts prévisibles et les avantages potentiels? Quelles sont les politiques qui pourraient encourager cette industrie?

Phase III: Financement de la R & D.

Quels sont les mécanismes qui conviendraient pour financer les nombreux travaux de R & D nécessaires au succès des première et deuxième phases? Il apparaît que nos méthodes actuelles de financement de la R & D sont insuffisantes. Les subventions du CNRC aux

universitaires sont nombreuses, mais elles sont en général trop faibles pour financer des travaux importants en informatique appliquée. L'industrie des périgrammes n'a pas reçu de soutien financier dans le cadre des programmes PAIT du ministère de l'Industrie, bien que son chiffre d'affaires puisse être le triple de celui de l'industrie des matériels d'informatique vers 1980. Les grandes sociétés et les groupes industriels sont visiblement absents de ce domaine. Comment pouvons-nous améliorer cette situation?

Le présent rapport embrasse la 1^{re} phase de l'étude, soit la satisfaction des besoins des utilisateurs de l'informatique.

Chapitre III

Les besoins des utilisateurs de l'informatique

Notre objectif est la fourniture des meilleurs services de calcul et d'informatique, au moindre coût, au plus grand nombre possible de Canadiens. La réalisation de cet objectif permettrait également d'améliorer les conditions économiques de l'industrie canadienne des services d'informatique.

Actuellement, la plupart des utilisateurs travaillent au sein d'organismes industriels, de services publics et d'établissements d'enseignement; ils se trouvent largement concentrés dans les régions urbaines. À l'avenir, ce groupe s'augmentera de personnes isolées des régions urbaines et rurales.

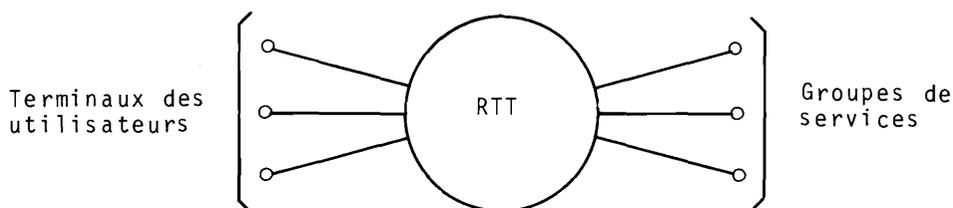
La plus grande partie des services actuels d'informatique sont fournis aux utilisateurs à l'endroit même où se trouve le bloc d'informatique. À l'avenir, la plupart des services seront fournis à des utilisateurs éloignés, grâce à des organes de téléinformatique. Déjà, ce sont les télécommunications qui servent à acheminer des services tels que les traitements par lots et les traitements en mode dialogué (conversationnel) et qui donnent accès aux banques d'information sur les places d'avion réservées, les cotes boursières et les caractéristiques des produits industriels. Plus de 150

banques de données existent au sein des administrations des seules nations de l'OCDE⁹. Dans notre pays, certains groupes mettent au point un réseau national d'informatique sur les paiements bancaires, un autre sur les dossiers médicaux, et un autre encore pour l'information scientifique et technique. À l'avenir, on mettra certainement en place un réseau pour les services bancaires^a et pour l'achat automatisé des produits alimentaires, soit deux services totalement nouveaux parmi toute une série.

La plupart de ces services sont fournis à un nombre limité de firmes, et l'utilisateur canadien intéressé doit être raccordé au réseau de l'une de ces firmes pour utiliser ces services. C'est ainsi que les réservations d'Air Canada sont faites grâce à un seul ordinateur central. En principe, tout utilisateur, en tout temps, peut demander qu'on lui donne tout service disponible, exactement comme tout abonné au téléphone peut être raccordé à n'importe quel autre téléphone. En conséquence, il faut que le réseau de téléinformatique puisse raccorder rapidement tout utilisateur à tout service, de façon sûre et peu coûteuse.

^aLes services bancaires, que prévoient un certain nombre d'auteurs, sont des mécanismes d'informatique permettant d'automatiser la plupart des transactions bancaires, entraînant ainsi la disparition des chèques et l'élimination presque totale de l'argent monnayé. Un certain nombre de sociétés bancaires, telle que la Banque de Montréal (voyez le chapitre IV) ont déjà effectué le premier pas dans cette direction.

Figure III.1 Schéma du RRT



Nous avons appelé ce réseau le «Réseau transcanadien de téléinformatique» ou RTT.

La figure III.1 montre le schéma de ce Réseau transcanadien de téléinformatique.

Pratiquement, un réseau d'informatique tel que le RTT est constitué par un maillage de liaisons électroniques et de centres de routage de l'information. Il permettrait à tout Canadien, muni d'un terminal, d'avoir accès à tous les services d'informatique d'un océan à l'autre^b, et servirait à connecter des terminaux entre eux (remplaçant ainsi partiellement la poste) et les ordinateurs entre eux (permettant leur travail en commun). Grâce au RTT, un ingénieur d'un bureau d'études, à Regina par exemple, pourrait:

a) consulter en mode dialogué un service d'informatique à Saskatoon et effectuer des calculs rapides grâce à ses périgrammes,

b) consulter une banque de données à Vancouver pour obtenir des prescriptions et des données techniques, et

c) consulter un catalogue électronique à Toronto pour connaître les prix courants des matériaux, tout cela au cours d'une seule matinée de travail! La productivité de l'ingénieur serait multipliée, et sa firme pourrait établir rapidement des soumissions ou les modifier. La réduction du délai de préparation pourrait avoir un effet très favorable sur les capacités concurrentielles des firmes canadiennes dans le cadre international.

Un autre exemple serait celui du personnel de l'Hôpital de North Bay qui pourrait:

a) obtenir des services d'analyse d'électrocardiogrammes à Montréal;

b) consulter des catalogues donnant les caractéristiques et le prix des pro-

duits pharmaceutiques à Toronto, et

c) consulter une mémoire centrale des dossiers des malades, dans le cas, mettons, de la victime d'un accident loin de son domicile, dont le dossier ne serait pas accessible sur place et dont l'état serait critique.

Ces possibilités d'informatique permettraient d'améliorer largement les services de santé fournis aux Canadiens. On pourrait multiplier ces exemples, et un certain nombre de réseaux de téléinformatique sont en voie d'élaboration dans certains cas particuliers. En voici quelques-uns:

a) Le réseau ARPA des États-Unis^{10e}, qui relie 14 ordinateurs d'universités et de laboratoires de la Californie au Massachusetts. Ce réseau est le résultat d'un projet de recherche, mais il permettra à ces établissements d'utiliser des installations spécialisées d'informatique et les fichiers de chaque participant.

b) Le bloc de communications du *British National Physical Laboratory*^{11,12,13,14,c} qui relie des terminaux et des matériels périphériques normalement incompatibles dans un grand laboratoire.

c) Le réseau MERIT, qui permet aux universités du Michigan d'utiliser les installations spécialisées et les fichiers des participants.

d) Le *Purposely Limited Network*, qui relie les ordinateurs de l'Université Carnegie-Mellon.

e) Le réseau Bristol¹⁵ qui répartit le travail d'informatique de quatre universités de l'ouest de l'Angleterre entre leurs blocs d'informatique, permettant une meilleure utilisation des installations et de l'équipement spécialisé.

Il apparaît clairement que les avantages potentiels d'un réseau de téléinformatique stimulent fortement la R & D. Nous examinerons dans le Chapitre IV quelques-unes des raisons économiques qui motivent les travaux de R & D.

^eL'Annexe A fournit une courte description technique des réseaux ARPA et NPL.

^bLe Service d'informatique est fourni grâce à un bloc d'informatique muni de périgrammes et de la documentation nécessaire. Le terminal est un dispositif qui permet l'envoi et la réception des messages d'informatique. Les téléscripteurs et les écrans de visualisation constituent des terminaux, et le téléphone à boutons-poussoirs peut être utilisé comme terminal.

Chapitre IV

Les facteurs économiques et les réactions qu'ils suscitent

De nombreux indices montrent que le Canada et les autres nations industrielles connaîtront une croissance surprenante du nombre des communications informatiques. Les prévisions de la *U.S. DATRAN Company* sont, à la connaissance du Conseil, les mieux élaborées: cette firme prévoit que vers 1980 il se produira 8 000 consultations informatiques par seconde aux États-Unis. Un article de la revue *Fortune*¹⁶ prévoit que la moitié des ordinateurs américains seront reliés par un réseau de télécommunication vers 1974; mais, dans le chapitre VI de notre rapport, nous indiquons que le réseau téléphonique actuel convient mal à l'acheminement de ces consultations. Cette opposition d'une croissance exponentielle de la demande et de l'insuffisance des services téléinformatiques a suscité des requêtes des sociétés *Microwave Communications Incorporated*, *Western Union* et *DATRAN Company*, auprès de la Commission fédérale des télécommunications des États-Unis. Chacune de ces firmes désire mettre en place un réseau de téléinformatique spécialisé^{11, 24, 25, 26, 27}.

Dans sa requête, la société *DATRAN*¹⁸ expose que le nombre de terminaux passera de 180 000 actuellement à 2,5 millions vers 1980, en raison d'un taux de croissance de 45 pour cent jusqu'en 1974 et de 21 pour cent ultérieurement. Les spécialistes de cette firme prévoient qu'il y aura 8 000 consultations par seconde vers 1980, soit une croissance de 1 650 pour cent par rapport au nombre actuel. Il semble que cette prévision soit raisonnable et qu'elle intéresse le Canada en raison du parallélisme de la situation dans les deux pays. Des tendances similaires apparaissent en Grande-Bretagne où le service des postes note qu'il y a actuellement 14 000 terminaux; ce service élabore ses plans en prévoyant qu'il y en aura 50 000 vers 1973 et 500 000

vers 1983¹⁹. On n'a pas encore établi dans notre pays des prévisions aussi approfondies et détaillées; cependant des indications générales sont fournies par les Études n° 4 et 5 de la Commission des télécommunications. De même, le Groupe de travail sur les communications informatiques auprès du ministère des Communications mène une enquête détaillée sur les marchés actuels et futurs du Canada, dont les résultats permettraient de répondre aux questions posées.

Outre l'accroissement du trafic informatique mentionné ci-dessus, certains autres facteurs économiques encourageront la croissance des réseaux de téléinformatique:

a) La mise en place du RTT permettra au secteur canadien des services d'informatique d'avoir un accès beaucoup plus large au marché de notre pays et permettra la mise en place de toute une gamme de nouveaux services de calcul et d'information. Ces nouveaux organes permettront au secteur canadien des services d'informatique de surmonter les obstacles mentionnés au chapitre I (étroitesse et dispersion des marchés, distance et concurrence étrangère).

b) Il sera possible de réaliser des économies par l'utilisation commune des ressources. Tout d'abord, de nombreux blocs d'informatique conservent actuellement en mémoire les copies de certains fichiers documentaires. Il sera possible d'abandonner en grande partie cette pratique et de réaliser des économies quand les ordinateurs pourront communiquer entre eux grâce au réseau, et que l'utilisateur aura accès aux fichiers par son terminal. En deuxième lieu, le Canada dispose actuellement de trop d'ordinateurs. La mise en place du RTT permettrait de répartir les travaux quand il y aurait compatibilité entre blocs d'informatique, tout comme le réseau électrique le réalise, permettant ainsi une utilisation plus complète de notre parc d'ordinateurs.

c) La spécialisation permettra certaines économies. On met actuellement au point certains ordinateurs spécialisés

dont l'efficacité est très grande dans certains domaines. Le réseau permettra d'orienter certains travaux vers les ordinateurs spécialisés, facilitant ainsi les travaux.

d) Le réseau procurera certaines économies permises par le volume de travaux. Il semble que, dans une certaine limite, le doublement du prix d'un ordinateur permette de quadrupler ses capacités (Loi de Grosch)^a. L'extension de la clientèle de l'ordinateur grâce au RTT permettra de tirer tout l'avantage possible de ce facteur.

e) La mise en place du RTT favorisera l'essor économique régional. Certaines firmes commerciales et industrielles choisissent l'emplacement de leur établissement en fonction de l'accès à des services d'informatique diversifiés et bon marché. En étalant la fourniture de ces services dans tout le pays, le RTT encouragera un

^aIl s'agit du Dr Herbert R.J. Grosch, jusqu'à récemment directeur du Centre d'informatique et de technologie des ordinateurs, *National Bureau of Standards*, Washington, D.C.

^bLes deux problèmes de fond sont ici l'utilité sociale et le coût réel. Le barème forfaitaire est très avantageux au point de vue social. Par exemple, la croissance des services d'informatique de toutes sortes, à l'échelle du pays, serait fortement encouragée si l'on pouvait obtenir une communication informatique dans tout le Canada pour un prix fixe et minime. L'acheminement de l'information entre l'Est et l'Ouest du pays serait encouragé et le secteur canadien des services d'informatique aurait ainsi accès à un marché d'ampleur nationale.

Il est en principe possible d'imposer un barème d'un certain genre à un réseau, pourvu que ses recettes soient suffisantes. Cependant, des considérations pratiques et d'équité exigent que les utilisateurs payent en fonction du coût réel du service fourni. Nous expliquons, au chapitre VI, que le réseau téléphonique actuel utilise un mode de fonctionnement appelé commutation des circuits, dont le coût de revient dépend fortement de la durée d'un appel et de la distance qu'il couvre. C'est pourquoi le réseau téléphonique utilise un barème basé sur la durée des appels et la distance séparant les interlocuteurs. Le Chapitre VI décrit un autre mode de fonctionnement du réseau, qu'on appelle commutation des messages, laquelle offre des avantages pour certains genres de communications téléinformatiques. Il semble que le coût d'exploitation d'un réseau de commutation des messages constitue un outil permettant d'atteindre les objectifs sociaux.

essor plus équilibré des différentes régions du Canada. Cet effet sera multiplié si l'accès aux services du réseau est facturé en fonction de la quantité des données acheminées (barème forfaitaire) plutôt qu'en fonction de la durée et de la distance des communications, comme le réseau téléphonique le fait actuellement^b.

Les facteurs économiques agissent actuellement, et comme on pouvait s'y attendre, les réactions sont déjà apparentes. Nous avons déjà souligné la rapidité d'implantation des réseaux aux États-Unis et en Grande-Bretagne, et des réactions analogues se manifestent au Canada. Les services de télécommunications du CN et du CP offriront des services articulés de calcul et de télécommunications²⁰. Le gouvernement terreneuvien a fondé une société provinciale de la Couronne pour le calcul informatique^c; le gouvernement de la Saskatchewan a des plans semblables. En Ontario, le Comité des présidents des universités ontariennes a étudié la possibilité de mettre en place des réseaux pour servir leurs établissements²¹ et la province de Québec a établi les plans d'un réseau reliant les établissements d'enseignement²². Enfin, la Banque de Montréal met en place un réseau spécialisé qui relie toutes ses succursales canadiennes à un ordinateur central²³.

Ainsi, les diverses possibilités qui s'offrent impliquent la création d'un réseau de téléinformatique, exigée par des facteurs économiques. Si nous prenons des mesures rapides, nous pourrions déterminer la structure des réseaux canadiens et leurs objectifs. Nous nous assurerons ainsi de la direction de l'évolution et de leurs utilisations. Nous allons donner un bref coup d'œil aux questions sociales (chapitre V) et techniques (chapitre VI), et nous examinerons ensuite les possibilités qui nous sont offertes, dans le chapitre VII.

^cLa société provinciale de la Couronne «Newfoundland and Labrador Computer Services Company Limited» a été fondée en septembre 1969.

Chapitre V

Quelques problèmes sociaux

M. Colin Cherry, l'ingénieur britannique bien connu, a déclaré un jour qu'une société est un groupe d'êtres humains en communication²⁸. C'est pourquoi la nature et le volume des communications générées par une collectivité déterminent sa structure. Il est clair que la capacité de transmettre de grandes quantités d'information à travers le Canada, de l'emmagasiner, de l'élaborer et de la transformer, aurait des répercussions sociales importantes.

Nous définirons l'information comme une donnée d'obtention et d'utilisation relativement difficile pour un particulier. Vice-versa, la donnée qui a été incorporée au capital cérébral de ce dernier fait partie de ses connaissances. Ainsi le contenu d'un livre non encore lu constitue de l'information, mais il devient de la connaissance après lecture, étude et assimilation du texte.

Les banques de données prennent un nouvel aspect selon cette distinction. Les données mémorisées de façon méthodique dans un ordinateur pour lequel des programmes de saisie efficaces ont été rédigés, se trouvent à cheval sur l'information et la connaissance. Elles ne sont certainement pas aussi accessibles ou personnelles que la connaissance, car l'informatique n'a pas encore établi une passerelle directe entre l'homme et la machine. Mais elles seront beaucoup plus accessibles et utilisables que les données mentionnées dans un texte imprimé. Nous mettrions en marche un processus radical d'expansion des ressources intellectuelles d'un très grand nombre de Canadiens si ces données étaient rendues accessibles par l'intermédiaire d'un réseau de téléinformatique.

Nous avons exprimé ces conceptions sur le mode abstrait, mais les divers exemples que nous avons donnés dans ce rapport, tels ceux de l'ingénieur du bureau d'études de Régina élaborant une soumission, du personnel hospitalier de

North Bay accédant à des services d'informatique de tout le pays, sont bien concrets. Le problème de la sauvegarde de l'information est l'un des plus importants problèmes sociaux, et déjà l'on s'en préoccupe fortement. Cependant, on ne connaît pas les répercussions de la mise en place d'un tel réseau sur la concentration des Canadiens dans les régions urbaines, sur les sentiments d'isolement et d'appartenance ressentis par les individus, et même sur les mécanismes politiques. Il faut que des organismes compétents cherchent des réponses à ces questions, qui détermineront largement notre futur.

Enfin, en raison de l'influence omniprésente des ordinateurs sur le tissu social et culturel de notre pays, sur l'unité nationale, et sur notre personnalité, nous estimons que les Canadiens doivent garder la direction complète de l'élaboration d'un réseau de téléinformatique au Canada.

Chapitre VI

Questions technologiques

Nous disposons en fait d'un «réseau d'informatique» actuellement: il s'agit du réseau téléphonique à adaptateur de réponse vocale qu'on utilise pour relier les terminaux aux ordinateurs. Cependant, le Réseau téléphonique transcanadien n'a pas été conçu pour accomplir ce travail. C'est pourquoi:

a) le taux d'erreurs est trop élevé: selon une firme canadienne il se produit une erreur par 0.1 mégabit (10^5) d'information et il ne faudrait pas que ce taux dépasse une erreur par gigabit (10^9)^{29, a}.

b) Ce service est plus coûteux pour les firmes canadiennes que pour leurs concurrentes des États-Unis^{30, 32}. Pire encore, l'AT&T a annoncé la mise en œuvre d'un réseau de téléinformatique qui couvrira 60 villes américaines vers 1974, à la moitié du coût actuel aux États-Unis. Cette réduction du barème est rendue possible par la transmission numérique, selon les directeurs de l'AT&T^{31, 32}.

c) Le service n'est guère modifiable (il est nécessaire de disposer d'une plus grande gamme de vitesse d'acheminement des données ainsi que d'un équipement de liaison interfaces plus moderne)^{29, 33}.

d) Le service ne convient pas à la transmission d'un court message nécessitant une réponse rapide, telle que l'interrogation des banques des données et la programmation en mode dialogué (les

^aIl y a deux façons de réduire le taux d'erreurs. On peut installer des circuits de haute qualité, ce qui coûte fort cher et est très gênant. On peut aussi utiliser un mécanisme de détection des erreurs et les corriger sans que l'utilisateur le sache. Le commutateur du réseau ARPA, par exemple, emmagasine chaque message au fur et à mesure de sa réception. Quand la communication est terminée, le message est vérifié et le commutateur demande une nouvelle transmission au cas où des erreurs auraient été détectées. Ce processus continue à l'insu du client jusqu'à réception correcte des messages. Cette technique a permis au réseau ARPA d'utiliser des circuits de qualité assez faible, à fort bruit électronique, et cependant de fournir un service presque exempt d'erreurs.

appels prennent de dix à cent fois trop de temps à réaliser).

e) L'utilisation du réseau téléphonique pour ce service pourrait ultérieurement gêner le trafic téléphonique, car l'acheminement des données est contraire aux hypothèses fondamentales qui ont servi à la conception et à la construction du réseau téléphonique. Plus précisément, on a basé les calculs sur une moyenne d'appel de trois minutes et une faible utilisation moyenne des téléphones. Or, le téléphone qu'on utilise pour acheminer les données fonctionne souvent 40 heures chaque semaine et les appels durent plusieurs heures.

Le réseau téléphonique à adaptateur de réponse vocale a l'avantage d'exister, et il a nécessité un investissement très important; de nombreux éléments de ce réseau sont utilisables pour la téléinformatique. En conséquence, nous devons l'associer avec de nouveaux équipements et l'utiliser en fonction d'une nouvelle technologie, en vue d'élaborer rationnellement le RTT.

Quelques innovations techniques indispensables

a) La transmission numérique

—La plupart des réseaux de télécommunication actuels transmettent des signaux analogiques, plutôt qu'une série d'impulsions numériques; la raison en est, partiellement, que la voix humaine constitue un signal analogique et, partiellement, que les appareils à transmission numérique n'étaient guère pratiques autrefois.

—Actuellement, la transmission numérique^b est réalisable, économique, souple (il est possible de réaliser toute une gamme de vitesses d'acheminement et de modes de liaisons interfaces; il est aisé de transmettre des données d'informatique, qui sont de nature numérique,

^bCe système qu'on appelle aussi modulation par impulsion et codage est basé sur l'utilisation de répéteurs d'impulsions installés à intervalles réguliers. On obtient ainsi des impulsions de forme parfaite, libres de tout bruit électronique, qui sont retransmises au lieu d'impulsions déformées et chargées de parasites à l'entrée.

sans aucun codage, de réduire fortement les erreurs et de transmettre après conversion numérique les signaux de sons, d'images ou de fac-similés).

—On dispose actuellement de matériels de transmission numérique par micro-ondes ou par paires métalliques et dans quelques années on aura l'équipement nécessaire pour la transmission par câbles coaxiaux.

—Le Réseau téléphonique transcanadien transforme lentement son réseau analogique en réseau entièrement numérique pour les raisons exposées ci-dessus, mais il ne semble pas que cette tâche doive s'achever avant de nombreuses années.

b) Commutation des messages

L'acheminement par commutation des messages constitue l'alternative à la commutation des circuits.

La commutation des circuits est le principe de base grâce auquel les réseaux téléphoniques fonctionnent. Lors d'un appel de A à B, le commutateur établit un circuit entre ces deux points, qui achemine la communication jusqu'à sa fin. La commutation des circuits constitue un excellent principe pour la transmission de signaux phoniques et visuels et peut-être pour l'acheminement de masses de données. Cependant, une grande partie du trafic du téléinformatique actuel consiste en courts messages nécessitant des réponses rapides.

La commutation des circuits utilise des appareils de commutation relativement lents, qui ne conviennent pas du tout à ce genre de communications. La commutation des messages leur convient bien mieux. Dans la commutation des messages, A établit simplement une courte communication ou message et y joint une indication disant d'envoyer ce message à B, puis le transmet au réseau. Les organes de routage de ce dernier lisent l'indication et transmettent le message par la meilleure route possible. Comme aucun circuit ne lui est réservé, on peut utiliser l'équipement de façon beaucoup plus complète et les délais de transmis-

sion sont fortement réduits. L'utilisateur fait transmettre son message à la vitesse qui lui convient, jusqu'aux limites qu'imposent les commutateurs et les voies de télécommunications; en cas d'interruption d'une de ces voies, il suffit simplement d'acheminer la communication par une autre route. Le coût d'exploitation dépend surtout de la quantité d'information transmise, plutôt que de la durée de la communication ou de la distance couverte. Aucun de ces avantages n'est procuré par la commutation des circuits. En raison de ces avantages techniques, les postes britanniques offriront probablement ces genres de services grâce à leur réseau de téléinformatique. Le réseau ARPA utilise exclusivement la commutation des messages.

Les mesures à prendre

Nous avons vu que les industries fondées sur l'utilisation de la téléinformatique croissent à une allure exponentielle; que le réseau téléphonique actuel est insuffisant et trop coûteux pour le service qui lui est demandé, que ces désavantages deviendront encore plus évidents et qu'une nouvelle technologie est disponible pour la RTT. Il faut que nous agissions immédiatement. Cependant cet impératif ne signifie pas que nous devons commencer à construire un RTT sans délai, car il faut d'abord s'assurer qu'il conviendra aux besoins canadiens. Voici les différentes mesures à prendre:

a) Établir une prospective du genre et du volume du trafic téléinformatique pour le Canada.

b) Analyser les avantages et inconvénients de la commutation des circuits et de la commutation des messages.

c) Grâce aux résultats des mesures a) et b), on pourra concevoir un plan de réseau-pilote tenant compte de notre géographie, des installations de télécommunications existantes, de l'économie des transmissions, des besoins de sauvegarde des données et de la technologie disponible ou prochaine.

d) On évaluera soigneusement ce projet par la simulation informatique. On

accordera une attention particulière à l'évaluation soigneuse et complète de répercussions économiques, des coûts et des avantages à long terme. On mettra à jour les lacunes de la technologie.

e) On accordera des contrats d'études techniques pour remplir ces lacunes.

f) On choisira le plan d'un réseau-pilote.

g) On construira et on essaiera le réseau-pilote, en accordant une attention particulière aux répercussions économiques, aux coûts et aux avantages.

h) On entreprendra la construction du RTT.

Ce programme devrait être achevé au cours d'une période de cinq années, en vue de répondre à la demande prévue. Il faudra créer un Office pour diriger la réalisation du programme et financer les contrats.

Chapitre VII

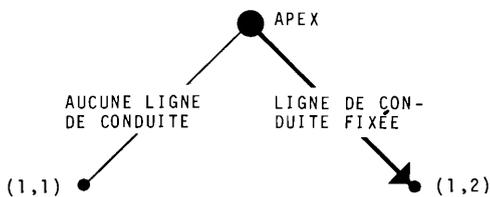
Choix de politiques pour la réalisation du service public d'informatique

Dans ce chapitre nous examinerons tant les réseaux de téléinformatique que les groupes de services rattachés^a, c'est-à-dire l'ensemble du service public d'informatique, dont nous allons étudier les différentes structures et modes de propriété.

L'élaboration d'une politique

Nous avons étudié les diverses possibilités grâce à une structure arborescente. Si l'on commence le raisonnement à l'apex de l'arborescence (Figure VII.1), on a dès l'origine le choix d'avoir une politique ou de n'en pas avoir.

Figure VII.1



Nous atteignons ainsi deux nouveaux nœuds que nous étiquetons (1,1) et (1,2). Nous estimons qu'il est indispensable de s'appuyer sur une politique nationale (nous fournirons nos arguments pertinents au chapitre VIII); aussi atteignons-nous le nœud 1, 2, en suivant la flèche.

Ensuite, nous examinons les modes de possession du service public tout entier. Faut-il un seul ou plusieurs propriétaires? Nous estimons que si un seul pro-

^aLe groupe de services est l'organe rattaché à un réseau et offrant un service d'informatique (voir page 14). Il comprend l'équipement d'informatique, les périgrammes et les fichiers, dont l'ensemble est conçu de façon à fournir un service d'informatique efficace.

priétaire possédait le réseau de téléinformatique et tous les groupes de services rattachés, y compris les banques de données et les installations de traitement, il serait trop puissant et pourrait même avoir la haute main sur le gouvernement. C'est pourquoi nous suivons l'arborescence comme il est montré à la Figure VII.2 et nous atteignons le nœud (2,2)^b.

Si nous préférons un mode de propriété multiple pour les services publics d'informatique, nous avons le choix entre:

a) un réseau unique de téléinformatique à l'échelle du pays et d'une structure uniforme, ou

b) un ensemble de nombreux sous-réseaux interconnectés, dont chacun sera adapté à la région qu'il dessert, mais pourra communiquer avec les autres. Ce choix est représenté à la Figure VII.3.

En raison de notre régime politique fédéral et des besoins différents des diverses régions canadiennes, nous estimons qu'un seul réseau monolithique d'une conception uniforme répondrait mal aux besoins. Donc, nous allons au nœud (3,2). Ce choix nécessite cependant la création:

a) d'une artère nationale de téléinformatique connectant les sous-réseaux;

b) d'un office régulateur qui exploiterait l'artère nationale et assurerait la compatibilité des caractéristiques techniques des sous-réseaux entre eux et avec l'artère nationale.

Ce schéma est illustré à la Figure VII.4.

Nous examinons maintenant la question du mode de propriété de l'artère nationale et des groupes de service rattachés. Il est certes avantageux d'entretenir une certaine concurrence entre les entreprises commerciales; cependant, dans le cas de l'artère nationale:

a) Il est indispensable qu'elle couvre

^bRemarquez que les branches du réseau dendrique ne s'étendent pas également. Les choix indésirables sont éliminés. De plus la décision de politique prise peut être éclaircie en remontant du nœud à l'apex.

Figure VII.2

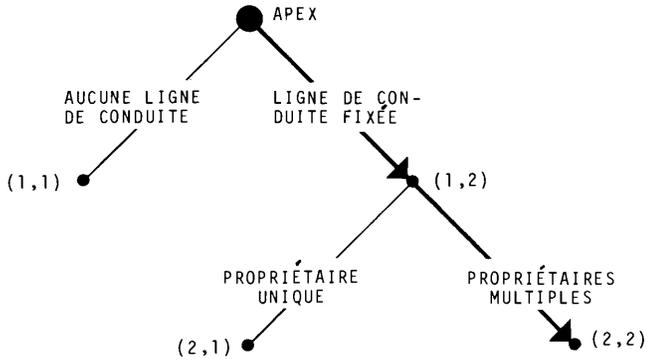


Figure VII.3

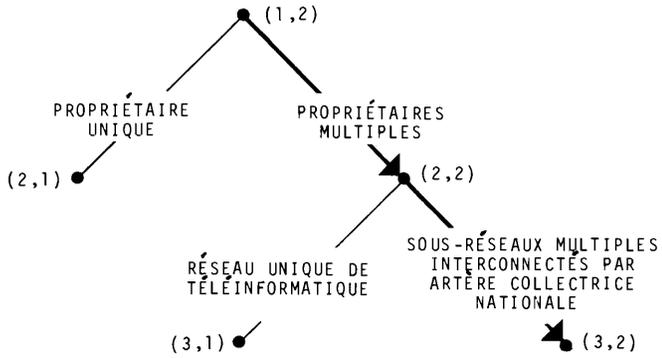


Figure VII.4A—L'hypothèse du réseau unique de téléinformatique

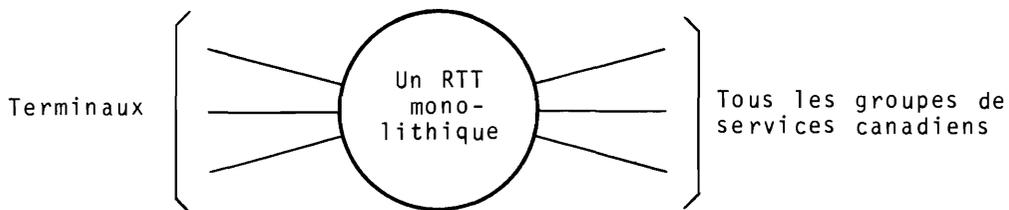
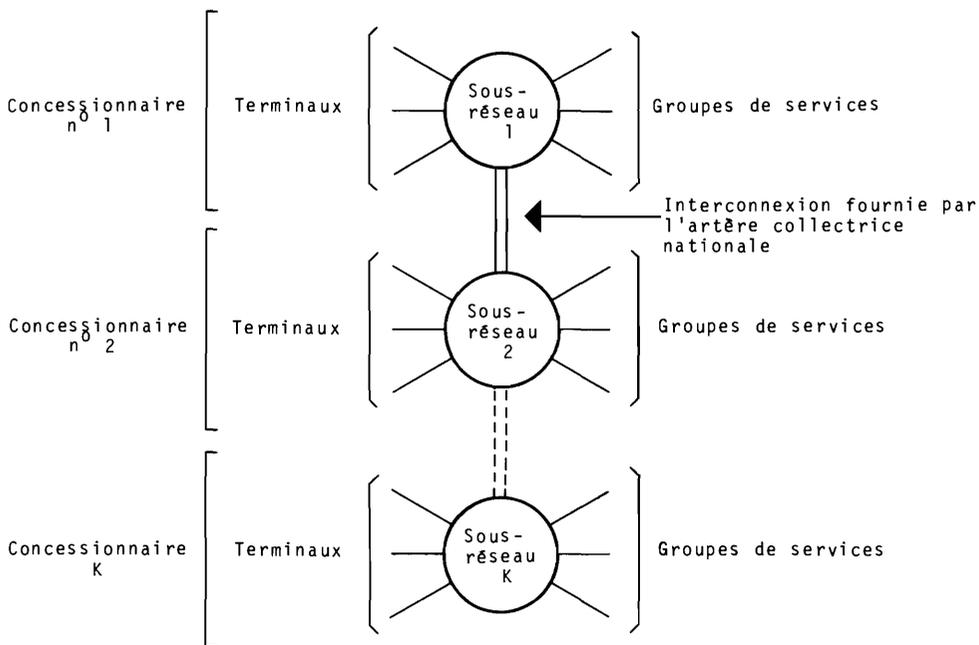


Figure VII.4B—L'hypothèse de la multiplicité des réseaux



toute la nation et elle assure la compatibilité des sous-réseaux.

b) Les immobilisations nécessitées pour son établissement sont énormes.

c) Les coûts unitaires décroissent en fonction de la taille de l'entreprise à cause des économies permises par la jonction et la commutation.

C'est pourquoi l'artère nationale devrait appartenir à un seul propriétaire. De nombreux organismes pourraient participer à l'exercice de cette propriété. Cependant, il faudrait restreindre le libre jeu du marché pour que le peuple canadien tire les avantages maximaux du réseau. Par exemple, il sera peut-être nécessaire que le gouvernement fédéral acquière des droits prépondérants dans la société propriétaire ou qu'il oriente son exploitation et sa direction. Ce mode de possession de l'artère nationale par une simple société à la direction de laquelle participent plusieurs autres organismes est ce que nous appellerons «propriété unique et direction collégiale de l'artère».

Voyons ce qui concerne les groupes de services rattachés:

a) Tous les Canadiens ont accès à un groupe de services s'il est rattaché au réseau national.

b) Le coût de mise sur pied d'un service d'informatique est relativement faible.

c) En raison de l'introduction constante de nouvelles technologies, il est nécessaire que la concurrence règne au sein du secteur des services d'informatique. C'est pourquoi les groupes de services rattachés au réseau devraient appartenir à des propriétaires multiples. Nous proposons que tout organisme public ou privé puisse posséder son groupe de services et le rattacher au réseau de téléinformatique.

Cependant, il faudrait y mettre une condition. Considérons le cas d'un organisme qui possède des actions de la société propriétaire de l'artère nationale. Si cet organisme possède également une filiale commercialisant ses services grâce à l'artère nationale, cette filiale pourrait tirer avantage:

a) De renseignements confidentiels sur la mise en place d'une nouvelle installation du réseau.

b) D'un traitement préférentiel pour l'accès aux organes du réseau (fourniture rapide de circuits, multiplexeurs, etc.).

c) D'une meilleure collaboration pour corriger les erreurs du réseau et les autres problèmes qui accablent les services d'informatique utilisant les télécommunications et

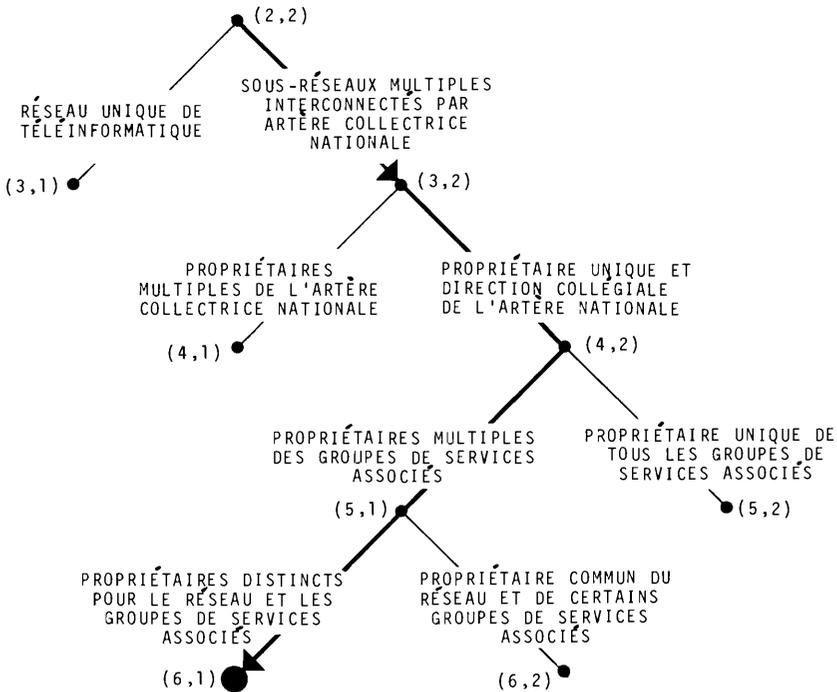
d) D'un traitement de faveur grâce à des caractéristiques inapparentes du réseau, qui pourraient favoriser le matériel de la succursale et les services qu'elle offre.

Il serait très difficile de détecter ou de prouver que ces méthodes partiales sont utilisées. C'est pourquoi nous proposons que les propriétaires de l'artère nationale et ceux des groupes rattachés commercialisant des services grâce au réseau soient différents. Cependant, ce choix ne devrait pas empêcher un co-propriétaire du réseau d'y raccorder un groupe de services pour son utilisation exclusive, sans intention commerciale. La figure VII.5 montre l'élaboration de cette politique par le choix des nœuds (4,2), (5,1) et (6,1).

Autres choix à effectuer

Nous examinons ici les questions qu'on ne peut guère traiter grâce à une arborescence. Le premier problème à résoudre est celui des droits de douane, dont le caméïeu actuel est irrationnel, si l'on se place du point de vue du secteur des services informatiques. En outre, les droits de douane sur le matériel d'informatique placent invariablement le secteur canadien des services informatiques en position d'infériorité par rapport à son concurrent américain^{34,35,36}. Il faudrait revoir soigneusement le barème douanier en vue d'encourager le secteur canadien des services d'informatique. En même temps, il faudra garder à l'esprit la nécessité de favoriser l'essor d'une industrie canadienne des matériels d'informatique et des pérogrammes. Au cours de la phase II de l'étude sur l'informatique, le Conseil espère cerner

Figure VII.5



les domaines de spécialisation prometteurs pour une industrie canadienne des matériels d'informatique et des programmes.

Une question connexe est celle du dumping. Les sociétés canadiennes de services d'informatique risquent de souffrir du dumping des services d'informatique étrangers. C'est pourquoi il faudra mettre en œuvre des mesures anti-dumping^c.

Enfin, nous voudrions faire quelques remarques sur le coût actuel de télécom-

^cUn exemple de dumping possible apparaît à la lecture d'un communiqué annonçant l'extension du réseau américain de «Cybernet Computer Services» à Calgary et de ses plans d'extension ultérieure dans tout le Canada. Voici quelques phrases tirées de cet exposé: «Les utilisateurs s'intéresseront certainement au prix qui leur sera facturé quand la succursale de Cybernet Calgary sera reliée au centre de Palo Alto, en Californie. L'utilisateur de Calgary se trouvera dans la même position que s'il était à Palo Alto. Il paiera les mêmes tarifs.⁴⁰⁾»

munication des données au Canada. Ils sont nettement trop élevés. Ils sont élevés même si on les compare avec ce qu'on réclame aux États-Unis pour les mêmes services^{37,38,39}. Ces tendances s'accroîtront quand les réseaux américains à transmission numérique des données informatiques commenceront à fonctionner^d. Les tarifs sont également trop élevés pour permettre la réalisation de nouveaux services utiles et passionnants. Le succès final du réseau transcanadien de téléinformatique dépendra de la modicité de ses tarifs. La technologie moderne permettra de diminuer les barèmes mais il se peut que le gouvernement doive intervenir, grâce à des subventions ou à une réglementation.

^dIl s'agit des réseaux proposés ou conçus par AT&T, Western Union, la société DATRAN et Microwave Communications, Inc.

Chapitre VIII

La politique nationale indispensable

Dans le chapitre VII, nous avons examiné diverses lignes de conduite à l'aide d'une arborescence. La première décision à prendre a été l'élaboration d'une politique nationale ou son absence. Nous allons fournir nos arguments en faveur de l'élaboration d'une politique nationale, en montrant quelques résultats probables de l'absence de politique.

Les réseaux canadiens de télécommunications réalisent certaines des études techniques mentionnées dans le Chapitre VI. La transmission numérique de l'information par câble ou par faisceaux hertziens et les modems sont étudiés par ces firmes, qui établissent des perspectives. Cependant certaines lacunes existent, par exemple dans l'étude technique de la commutation des messages, et il faut établir une coordination générale des travaux.

Fait encore plus grave, les firmes canadiennes n'ont pris aucun engagement à long terme pour la construction du réseau transcanadien de téléinformatique d'une ampleur comparable à ceux que les firmes américaines ont pris aux États-Unis (tels ceux de DATRAN par exemple). Il semble qu'en l'absence d'initiative de notre gouvernement, les installations canadiennes de téléinformatique conserveraient leur forme actuelle pendant longtemps.

Cette situation conduirait, à court terme, à une forte réduction de l'efficacité du secteur de l'informatique. Le dynamisme des sociétés de services informatiques serait gravement atteint^a et le public se verrait refuser les avantages de services nouveaux et utiles.

À long terme, les firmes américaines

^aLe président d'une société canadienne de services a déclaré que si les conditions de fonctionnement de ces compagnies n'étaient pas améliorées, il se pourrait que dans cinq ans aucune société canadienne de services informatiques n'ait survécu (communication personnelle du Dr J. Kates, Président de SETAK Ltd.)

nous fourniraient des services modernes, tout comme ils nous fournissent des automobiles, des universitaires, des capitaux, des loisirs et des manuels scolaires. L'orientation nord-sud des télécommunications informatiques deviendrait dominante, tout comme celle des transports aériens avant la création des *Trans-Canada Airlines*⁴¹. Les communications téléinformatiques entre Winnipeg et Toronto auraient tendance à s'écouler via Minneapolis et Chicago. Les conséquences suivantes en résulteraient:

a) nous supporterions des pertes continues d'argent pour payer le fonctionnement du réseau, d'une ampleur dont la croissance exponentielle dépasserait vite nos aptitudes de manœuvre;

b) nous n'aurions pas le choix des normes de sauvegarde de l'information;

c) les organismes canadiens n'auraient guère la possibilité de s'assurer que les normes publiées de sauvegarde de l'information sont en fait appliquées;

d) quand les liaisons téléinformatiques transcanadiennes auraient été établies via les États-Unis, les clients obtiendraient les services des firmes américaines à un coût plus faible qu'il ne pourrait se les procurer en revenant au Canada^b. Cet effet constituerait un coup dur supplémentaire pour le secteur canadien des services d'informatique;

e) ce sont les organismes fournissant ces services qui auraient l'avantage supplémentaire de créer les organes nécessaires au service, tels que les banques de données et les matériels d'enseignement séquentiel. Ainsi, une grande partie de l'information et nombre d'idées et de façons de penser qui sont l'essence de notre société deviendraient en fait étrangères.

^bSelon le *Financial Post*⁴², les compagnies canadiennes d'assurance-vie ont élaboré collectivement des fichiers contenant des données confidentielles sur les caractéristiques médicales ou personnelles des souscripteurs de polices d'assurance-vie. Ces fichiers appelés «Life Card Library» ont été maintenus au Canada jusqu'à récemment. Maintenant, on les transporte aux États-Unis pour profiter des coûts d'informatique moins élevés.

Le Conseil des sciences, qui rassemble des Canadiens bien informés et soucieux de l'avenir du pays, estime que ces tendances sont inacceptables. Si nos compatriotes sont unanimes pour les repousser, il est possible de le faire. Dans ce but, il faudrait consacrer des fonds et des effectifs à l'élaboration d'installations canadiennes de téléinformatique. Cependant, on peut considérer que cette allocation de ressources constitue un investissement financier tout autant qu'un placement à buts sociaux. En effet, si le service du public doit être l'objectif primordial du réseau transcanadien de téléinformatique, il est aussi possible d'obtenir un rendement raisonnable du capital investi dans le réseau. Le programme d'études mentionné dans le chapitre VI (Mesures à prendre) se fonde sur l'examen permanent et soigneux du rendement économique et de la praticabilité financière des divers modes de fonctionnement du réseau et des services^c. Enfin, nous avons fait remarquer que de nombreux éléments du réseau actuel de télécommunications peuvent être utilisés pour l'élaboration du RTT. Il en résulte qu'une forte partie des immobilisations nécessaires à sa création sont déjà investies.

En résumé, nous disposons déjà d'une longue tradition de mise en place de liens transcanadiens pour la préservation et l'unité de notre pays. Dans le passé, nous avons créé le réseau du Pacifique Canadien, Radio-Canada et Air Canada. Certaines de ces artères transportent des marchandises, d'autres de l'information, des idées et des façons de penser. Chacun de ces liens a nécessité un effort national soutenu, sous la

ferme direction du gouvernement canadien, souvent dans le cadre d'une société de la Couronne. Chacun de ces liens constitue un facteur cardinal pour l'unité nationale et pour équilibrer l'attraction de notre voisin du Sud, grâce à la formation d'un sentiment national; en même temps il a permis la création d'une industrie canadienne dynamique et profitable. Le réseau transcanadien de téléinformatique constituera en fait le membre le plus récent de cette famille de liens nationaux.

^cL'étude de praticabilité économique s'appuie sur une large comparaison des charges et des avantages économiques et sociaux; nous avons indiqué dans notre rapport que l'établissement du réseau de téléinformatique pourrait constituer une entreprise rentable économiquement. L'étude de praticabilité financière est plus étroite, et elle s'appuie sur une comparaison stricte de l'investissement et du rendement. Notre rapport indique que le réseau pourrait en fin de compte avoir un bon rendement financier, mais qu'une subvention de l'État pourrait être nécessaire pendant une durée considérable.

Chapitre IX

Recommandations

Considérations générales

1. Le Conseil des sciences estime que les besoins canadiens dans le domaine de la téléinformatique et la future santé sociale et économique de notre pays nécessitent la création d'une forte industrie canadienne de l'informatique, qui étendrait son action tant dans le secteur des services d'informatique que dans certains domaines d'études techniques et de fabrication des matériels d'informatique, des pérogrammes et du matériel périphérique.

Il faudrait dresser les plans et entreprendre ultérieurement la réalisation d'un grand projet national visant à répondre aux besoins des utilisateurs canadiens de l'informatique, de même que l'étude et la construction des sous-réseaux interconnectés de téléinformatique. Le réseau général devrait couvrir toutes les régions habitées du Canada et se trouver entièrement sous mainmise canadienne.

2. Le Groupe de travail sur les communications informatiques du ministère des Communications, ou son successeur, devrait être chargé de dresser les plans pour l'élaboration systématique du réseau. Ses objectifs devraient englober l'étude technique d'une artère nationale de télécommunications entièrement numériques, articulée avec des installations de télécommunications existantes si possible, et visant à assurer l'acheminement de l'information entre l'Est et l'Ouest de notre pays. La structure du Groupe de travail convient parfaitement à une analyse exhaustive de diverses possibilités, suivie par l'élaboration des recommandations et l'établissement des priorités (en raison des limitations de durée et du personnel disponible qui restreignent l'action du Groupe de travail, la plus grande partie de la planification détaillée devrait être confiée à un Office qui lui succéderait).

Ligne de conduite à suivre.

1. Il faudrait créer une artère nationale qui servirait l'ensemble du Canada, qui transmettrait l'information sous forme numérique^a et qui pourrait utiliser les capacités supplémentaires du réseau transcanadien actuel à micro-ondes^b. La Société de l'artère téléinformatique, dont nous avons parlé au chapitre VII, serait propriétaire exploitante de l'artère nationale.

2. L'industrie électronique canadienne et les universités devraient mener des travaux de recherche et de développement technique, et de planification du réseau, qui permettraient la mise au point de normes de compatibilité des sous-réseaux entre eux et avec l'artère nationale. La rédaction et l'application de ces normes d'interconnexion devrait être à la charge de la Société de l'artère téléinformatique. Cette Société devrait assurer que l'équipement rattaché au réseau demeure compatible, en homologuant les contrats d'entretien convenables pour cet équipement, le cas échéant.

3. Tout organisme public ou privé serait admis à rattacher des groupes de services (ordinateurs, pérogrammes de fonctionnement, pérogrammes d'application) ou des terminaux au réseau, sous réserve qu'ils suivent les normes d'interconnexion. Cependant, aucun organisme co-propriétaire du réseau ne pourrait vendre ses services d'informatique par le canal de l'artère nationale ou des sous-réseaux régionaux.

^aAu moins un équipement convenant à ce travail se trouve maintenant sur le marché canadien. Il s'agit du MCS 6900, de la société *Canadian Marconi Limited*, qui permet la transmission numérique sous la forme proposée par le présent rapport: modulation par impulsions et codage (MIC).

^bLe réseau à micro-ondes actuel offre une capacité supplémentaire, parce que les pylônes hertziens et les locaux adjacents pourraient loger respectivement les antennes et les répéteurs supplémentaires; de plus on a alloué certaines fréquences pour des canaux supplémentaires de télécommunications. Ces derniers sont disponibles à un très faible coût, car la plus grande partie des immobilisations d'un réseau à micro-ondes est nécessitée par l'implantation des pylônes, des bâtiments, des routes d'accès, de l'alimentation en électricité et par les emprises, etc.

Questions techniques ou économiques

1. Le réseau devrait employer la transmission numérique d'un bout à l'autre, aussitôt que possible. En raison du coût de conversion des installations de distribution locale, cet objectif ne pourrait être atteint complètement dès le début. Cependant, l'artère nationale devrait fonctionner de façon entièrement numérique, et les sous-réseaux devraient utiliser le plus possible la technologie numérique. C'est pourquoi la Société de l'artère téléinformatique devrait collaborer avec la Société des télécommunications du CN-CP et le Réseau téléphonique transcanadien, afin d'utiliser les capacités supplémentaires de leurs réseaux transcanadiens à micro-ondes; ceci permettrait d'assigner un faisceau de transmission hertzienne au service de l'artère nationale. En outre, d'autres matériels complémentaires pourraient être fournis par l'installation des liaisons numériques T-4 et T-1 du Réseau téléphonique transcanadien.

2. Il est très probable que le réseau doive offrir un service de commutation des messages (en vue d'acheminer des volumes immenses de courts messages grâce à une commutation très rapide) et un service de commutation des circuits, en vue d'acheminer de longs messages constitués par les grands fichiers d'informatique et les signaux numériques d'images etc.). Il serait peut-être possible de fournir des services de commutation des circuits en améliorant les services actuels tels que le MULTICOM et Broadband Exchange. Le service de commutation des messages nécessiterait la mise en place des nouvelles installations d'envergure, outre celles qu'il partagerait avec le service de commutation des circuits.

3. Il serait nécessaire d'élaborer des normes efficaces de sauvegarde de l'information acheminée par le réseau téléinformatique. De plus, il serait nécessaire que ces normes soient appliquées au su et au vu du public. Ce serait la tâche primordiale des organes réglementaires du réseau. La réglementation, bien en-

tendu, serait établie par le gouvernement. Cependant, comme par le passé, cette élaboration ne devrait pas être l'œuvre d'un ministère, mais celle d'un organisme semi-juridique tenant des enquêtes publiques.

4. Il faudrait prendre des mesures pour éviter le dumping par les firmes d'informatique étrangères.

5. Il faudrait charger un Office de l'étude de la structure du réseau. Cet Office aurait une large responsabilité pour délimiter les activités du réseau, pour allouer des contrats d'avant-projet et pour en surveiller l'exécution, pour planifier le réseau, pour effectuer des tâches précises de recherche et de développement technique, des études techniques de prototypes et la fabrication des éléments des sous-réseaux. L'industrie canadienne de l'informatique, des télécommunications et de l'électronique devrait avoir la préférence lors de l'allocation des contrats, afin d'encourager la communication technologique nécessaire à la fabrication. Nos universités devraient venir ensuite et ce n'est que dans le cas où ces possibilités feraient défaut qu'un contrat serait accordé à des laboratoires ou à des organismes du secteur public. L'Office chargé de la conception devrait réaliser ultérieurement un programme limité de R & D^e, afin d'attirer et de retenir un groupe compétent de spécialistes des systèmes chargés des tâches de surveillance. Cependant, ces recherches devraient être axées sur les problèmes des systèmes plutôt que sur l'élaboration détaillée des dispositifs particuliers. De plus, il ne faudrait pas que les travaux de R & D exécutés au sein de l'organisme dépassent 10 pour cent du total réalisé, qu'on les évalue en argent ou en heures de travail.

6. Nous avons indiqué que le succès du réseau dépendrait finalement du bon

^eLe Conseil estime qu'une délimitation efficace des éléments constitutifs du réseau et la surveillance de l'exécution des contrats nécessitent que l'organisme dispose d'un corps très compétent de spécialistes. L'organisme devrait exécuter un programme interne limité de R & D afin d'attirer, de former et de retenir ces spécialistes.

marché de ses services. En conséquence, le gouvernement assumerait la responsabilité suivante: Il faudrait qu'il subventionne le fonctionnement du réseau pour une période limitée, si les avantages de l'envergure et de la technologie moderne ne fournissaient pas rapidement une forte réduction des coûts. Ultérieurement, le réseau devrait devenir financièrement autonome, tout comme Air Canada. Cependant, son premier objectif serait d'offrir un service public, la rentabilité éventuelle ne venant qu'en second lieu. Il se peut que l'État doive fournir une grande partie des immobilisations nécessaires à l'étude technique et à la construction du réseau, ou qu'il doive mettre en œuvre un programme favorisant l'apport du capital privé.

Enfin, en raison de l'urgence de cette situation, il faudrait prendre sans retard des mesures intérimaires pour réduire le prix exigé actuellement par les services existants de téléinformatique.

Bibliographie

- ¹Rapport n° 4 du Conseil des sciences du Canada. «Vers une politique nationale des sciences au Canada» (1968), p. 45.
- ²William D. Smith. «Computer industry to be world's largest business by year 2000». Cité par le Globe and Mail et extrait du New York Times, 2 juin 1970.
- ³«Computer industry to-morrow—a prophet speaks», New Scientists, 24 septembre 1970.
- ⁴Davis L. Badson et David T. Wendell, «Computer industry seen top three within a decade». Financial Post, 9 mai 1970.
- ⁵Hoskyns Group Limited, UK Computer industry trends, 1970-1980. Octobre 1969, p. 10.
- ⁶«Le Marché de l'Informatique». L'Expansion, Paris. N° 21, juillet-août 1969, p. 96-105.
- ⁷David J. Brodie. The Canadian computer industry. Rapport d'Alfred Bunting and Company Limited. October 1969, révisé en mai 1970, p. 4.
- ⁸Lyman Richardson. «A forecast of developments within the information processing industry in Canada». Rapport pour le Ministère des Communications, mars 1970.
- ⁹Organisation de coopération et de développement économiques. Inventaire des banques de données du secteur public. Document DAS/SPR/70.2 du Directeur des Affaires scientifiques de l'OCDE. Paris, 11 février 1970.
- ¹⁰Lawrence G. Roberts et Barry D. Wessler, Advanced Research Projects Agency. «Computer network development to achieve resource sharing». Comptes rendus de la Conférence de l'AFIPS, vol. 36, Conférence conjointe du printemps 1970 sur les ordinateurs, pages 543-549.
- ¹¹D.W. Davies. «The principles of a data communication network for computers». Comptes rendus du Congrès de l'IFIP. 1968, pages D11-D15.
- ¹²P.T. Wilkinson et R.A. Scantlebury. «The control functions in a local data network», *ibid.* p. D16-D20.
- ¹³K.A. Bartlett. «Transmission control in a local data network», *ibid.* pages D21-D25.
- ¹⁴R.A. Scantlebury, P.T. Wilkinson et K.A. Bartlett. «The design of a message switching centre for a digital communication network», *ibid.* pages D26-D30.
- ¹⁵Communications personnelles des membres du Département d'informatique de l'Université de Bristol à Eric G. Manning.
- ¹⁶Dan Cordtz. «The coming shake-up in telecommunications». Fortune, avril 1970.
- ¹⁷Commission fédérale américaine des télécommunications. «In the matter of regulatory and policy problems presented by the interdependence of computer and communications services and facilities». Bordereau n° 16979, 1^{er} avril 1970.
- ¹⁸Data Transmission Company. «Comments to the Federal Communications Commission, Washington». Voir le bordereau n° 18920, 10 octobre 1970.
- ¹⁹Ministère de l'expansion des télécommunications et postes du Royaume-Uni. «Studies within the U.K. on a proposed public switched data network—an interim statement». Avril 1970; 2^e publication, mai 1970.
- ²⁰Ministère des Communications du Canada. «Participation of telecommunications carriers in public data processing». Introduction, page 5, 1970.
- ²¹«Getting computer together». Quatrième rapport annuel pour 1969-1970 du Comité des présidents des universités de l'Ontario, pages 31-34.
- ²²«L'Université du Québec et les communications». Demande de subventions auprès du Conseil national de recherches. Université du Québec, 2 juillet 1970.

²³Robert A. McDougal, Vice-président de la Banque de Montréal. « Technological evolution and its controls ». Séminaire sur les réseaux de communications urbains. Université d'Ottawa, juin 1970.

²⁴«How Commissioner Johnson bugs Ma Bell». Business Week, 14 novembre 1970.

²⁵«Data transmitters deluge the FCC». *ibid.*

²⁶«WU to offer digital data in 1972». Datamation, 1^{er} décembre 1970.

²⁷Herbert Nolan. «Moving Business Data» Business Automation, 1^{er} décembre 1970.

²⁸Colin Cherry. «The Nature of Human Communication». Compte rendu, Société royale des arts, février 1966, page 160.

²⁹Lettre du président d'une firme de téléinformatique. Toronto, 25 novembre 1970.

³⁰Lettre du président d'une société de services à temps partagé. Toronto, 24 juillet 1970.

³¹William Ellinghaus, Vice-président de l'American Telephone and Telegraph Company. Déclaration lors d'une conférence sur «La révolution de l'acheminement de l'information commerciale», à New York. Datamation, 15 novembre 1970, pages 113-115.

³²Nolan. «Moving Business Data».

³³Lettre du directeur d'une société de services informatiques. Toronto, 23 octobre 1970.

³⁴Lettre de D.R. Newman, contrôleur adjoint de la société Bell Canada. Montréal, 9 septembre 1970.

³⁵Lettre de J.C. Paradi, Vice-président de la société Dataline Systems Limited, Toronto, 20 mai 1970.

³⁶Lettre de G.W. McNiece, Vice-président et directeur général de la société Sperry Rand Canada Limited, Division Univac. Toronto, 18 décembre 1969.

³⁷Lettre du président d'une société de services à temps partagé. Toronto, 24 juillet 1970.

³⁸Lettre du Vice-président d'une société de services informatiques. Toronto, 20 mai 1970.

³⁹Lettre d'un directeur de services informatiques. Toronto, 23 octobre 1970.

⁴⁰Page de publicité par Control Data Canada Limited, dans The Albertan, 12 janvier 1971.

⁴¹A.W. Currie. «Economics of Canadian Transportation». University of Toronto Press, 1954, pages 539-540.

⁴²Isabel Mulligan. «Insurers move personal data files to U.S.». Financial Post, 29 août 1970.

Annexe A

Description de deux réseaux informatiques

Nous allons donner ici la courte description technique de deux réseaux. Il s'agit du réseau proposé par Davis et ses collègues pour le *British National Physical Laboratory* et du réseau de la *U.S. Advance Research Project Agency*. Nous les avons choisis parmi la liste de réseaux mentionnés au chapitre III, car ils mettent en œuvre des méthodes intéressantes pour répondre aux besoins futurs, ils ont été construits entièrement (ARPA) ou partiellement (NPL) et ils fonctionnent bien. En outre, ces deux réseaux, bien qu'ils aient été mis au point séparément, se ressemblent fortement. Nous verrons que le réseau NPL consiste de deux éléments séparés. Le premier a été construit et est exploité en Grande-Bretagne; l'autre est presque identique au réseau ARPA fonctionnant aux États-Unis. Le réseau NPL est destiné au service de toute une gamme d'appareils appartenant à des clients: pupitres à clavier, imprimantes par lignes, ordinateurs à accès multiple, mémoires périphériques, etc. Il faut que la structure du réseau permette à chacun des organes ci-dessus d'envoyer de l'information à un autre. La structure du réseau NPL vise deux objectifs principaux. Il lui fallait d'abord disposer de toute une gamme de vitesses de transmission, depuis quelques caractères par seconde jusqu'à plus d'un million. En outre, il fallait réduire à une fraction de seconde la durée de transmission du message entre l'expéditeur et le destinataire.

Le réseau téléphonique à adaptateur à réponse vocale nécessite 10 ou 20 secondes pour effectuer un appel interurbain. Ces considérations ont conduit Davies et ses collaborateurs à élaborer les méthodes suivantes: comme l'un des interlocuteurs de la plupart des dialogues est un ordinateur capable de mémoriser des données, c'est le court message qui est choisi comme unité d'informa-

tion. Les messages sont acheminés grâce à la technique de la commutation des messages décrite dans le chapitre IV. Chaque message porte le nom du destinataire. L'envoyeur le dirige vers un concentrateur qui est en fait un ordinateur spécialisé. Le concentrateur mémorise les messages et il parcourt les adresses. Grâce à ces dernières données, il choisit la meilleure voie d'acheminement de chaque message et il l'expédie. Comme nous l'avons mentionné au chapitre IV, ce processus est tout à fait différent de celui du réseau téléphonique qui affecte un circuit ou l'équivalent pour acheminer un dialogue, et rien que ce dialogue.

Le réseau NPL n'utilise pas un grand commutateur unique pour acheminer les messages. Il dispose plutôt d'une série de petits commutateurs dispersés mais reliés par des lignes de télécommunications. Davies appelle ces commutateurs des centres nodaux (node computers) et l'ensemble des centres nodaux et des liaisons de télécommunications constitue le réseau supérieur (voir la figure n° 1).

Le réseau supérieur achemine toute l'information sous forme de messages qui contiennent au plus 128 caractères et sont munis d'une adresse. Cependant, les utilisateurs du réseau ne sont pas obligés de découper les communications en messages. Cette opération est effectuée par des ordinateurs appelés joncteurs (interface computers). Le joncteur sert toute une série de clients de la même zone géographique, édifice à bureaux, petit parc industriel ou même quartier résidentiel. Les clients transmettent un seul caractère à la fois au joncteur, que ce soit par la voie de téléscripteurs, d'unités d'affichage ou de groupes de services. Les caractères sont groupés en messages munis d'une adresse et expédiés au réseau supérieur par les joncteurs qui permettent également aux appareils des clients de communiquer directement entre eux (appels locaux); le joncteur permet certaines commandes et fournit le contrôle d'exécution nécessaire. Le connecteur et tout l'équipement

qui lui est rattaché constitue le réseau local démontré à la Figure n° A.1. (Un réseau national serait donc constitué par un réseau supérieur et de nombreux réseaux locaux). Le réseau local satisfait deux genres de clients:

1. Les organes tels que les groupes de services dotés d'initiative et pouvant acheminer des données à grande vitesse. Ces organes ont accès directement au joncteur.

2. Les organes lents et passifs tels que les pupitres à clavier, qui sont connectés grâce à des multiplexeurs.

Il est important que ce dernier groupe ait l'avantage d'un accès rapide au joncteur, d'une grande simplicité des matériels en vue de réduire les frais des clients, et d'une capacité à acheminer les données en n'importe quel code et à suivre diverses procédures de commande. Ces exigences ont été satisfaites par la structure proposée. Le groupe du NPL sous la direction de Davies a construit un réseau local, y compris les joncteurs.

En conclusion, le réseau NPL offre les traits organiques suivants:

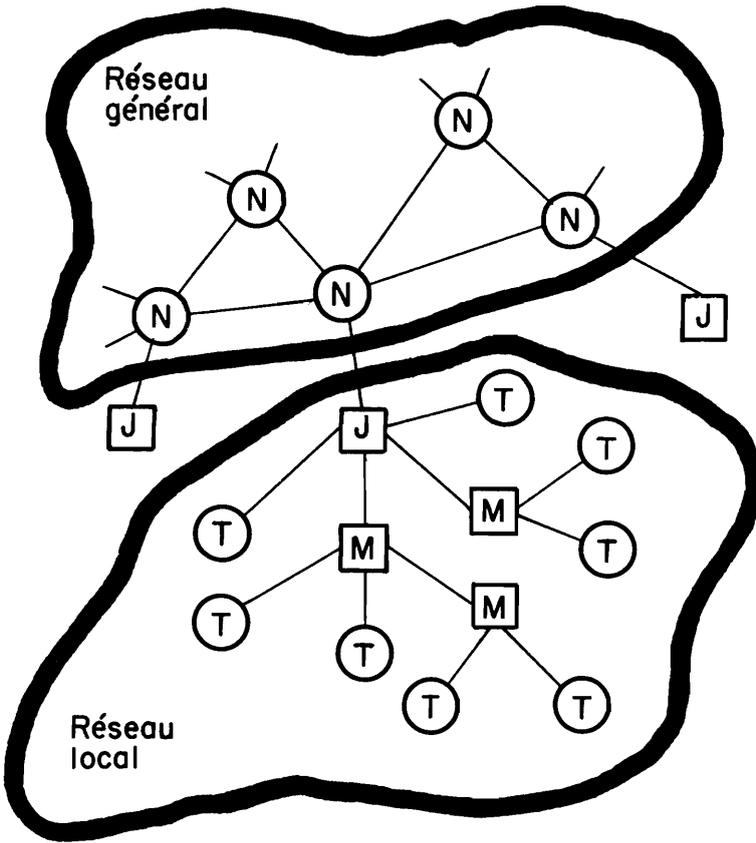
1. Le réseau fournit des procédures de commande convenant aux appareils des clients et permettant de réduire leur coût.

2. Il choisit la vitesse de transmission qui convient à l'utilisateur. La facturation varie surtout selon la quantité de données, c'est-à-dire le nombre de messages envoyés. Elle ne dépend pas beaucoup de la durée de la communication ni de la distance couverte.

3. Les données peuvent être converties automatiquement si nécessaire, permettant ainsi la communication entre ordinateurs et terminaux différents.

4. L'acheminement des données se fait automatiquement.

5. Le réseau peut grandir sans doublers. Par exemple, on peut varier la taille-limite des messages et augmenter peu à peu la rapidité des nœuds de jonction et des liaisons. (Cette caractéristique est due à l'utilisation de l'emmagasinage et de la commutation des messages).



N - Nœud
M - Centre
de multiplexage
J - Jonction
T - Terminal

6. Chaque réseau local n'a besoin que des installations de conversion et de commande qui sont nécessaires à ses abonnés. On peut donc adjoindre facilement une nouvelle clientèle.

L'autre réseau que nous allons étudier est le réseau ARPA créé par l'*Advanced Research Projects Agency* du ministère de la Défense des États-Unis. Le réseau ARPA est un réseau supérieur selon la terminologie de Davies; il relie des groupes de services plutôt que des terminaux. Actuellement, il relie environ 14 groupes de services (ordinateurs) dispersés entre le Massachusetts^a et la Californie^b.

Les blocs d'informatique des universités de l'Illinois et de l'Utah font partie du réseau et l'installation de traitement de l'ILLIAC IV lui sera rattachée dès qu'elle fonctionnera. Le réseau ARPA a été conçu pour permettre un partage des ressources entre les groupes de services qui lui sont rattachés, soit les matériels d'informatique, les périgrammes et les fichiers. Tout programme en cours de réalisation dans un service rattaché au réseau pourrait utiliser les données mémorisées dans d'autres groupes de service; il pourrait également demander à ces autres groupes d'effectuer des calculs pour lui. Ce genre de mise en commun des ressources améliorerait fortement l'utilisation des matériels d'informatique et des périgrammes, et aussi permettrait un accès rapide aux données enfouies dans les fichiers de tous les États-Unis, ainsi que leur comparaison et leur amalgamation. Bref, l'utilisateur n'aurait pas à louer différents terminaux pour utiliser différents groupes de services. Il lui suffirait de disposer d'un seul terminal relié à n'importe quel groupe de services du réseau.

Le Groupe de l'ARPA, sous la direction

^aCe sont les blocs d'informatique de Harvard, du MIT, de la MITRE Corporation et de Bolt, Beranek and Newman Inc.

^bCe sont les blocs d'informatique des complexes universitaires de l'Université de la Californie à Santa Barbara et à Los Angeles, de l'Université Stanford, de l'Institut de recherches Stanford et de la Rand Corporation.

de D' I.G. Roberts, a commencé ses travaux grâce à une installation-pilote modeste. Ses spécialistes ont relié deux grands blocs d'informatique à temps partagé afin que chacun agisse en terminal d'utilisateur auprès de l'autre.

Cette expérience a permis de cerner le principal objectif du programme: la conception d'une installation de télé-informatique complètement nouvelle, qui permettrait d'échanger à peu de frais des messages rapides et fiables. Voici plus précisément quels sont les objectifs de ce réseau de téléinformatique:

1. sa fiabilité devrait dépasser largement celle qui est assurée par les réseaux publics de télécommunications;

2. le délai d'établissement de l'appel devrait être inférieur à 0.5 seconde (au lieu de 5 à 20 secondes pour le réseau téléphonique);

3. la capacité du réseau devrait lui permettre d'assurer le service d'une vingtaine de groupes de service;

4. les coûts devraient être suffisamment faibles pour assurer que la facture présentée à un abonné du réseau soit toujours inférieure au quart de ses dépenses d'informatique.

Le réseau ARPA a été mis au point pour répondre à cet ambitieux cahier des charges. Il s'agit techniquement d'un réseau à commutation de messages, à organes dispersés et étroitement connectés, ce qui signifie qu'il utilise des nombreux petits concentrateurs séparés les uns des autres plutôt qu'un gros; deux voies au moins sont toujours libres entre deux points du réseau; la commutation n'est pas une commutation des circuits mais une commutation des messages (voyez le Chapitre VI pour la définition de ces termes).

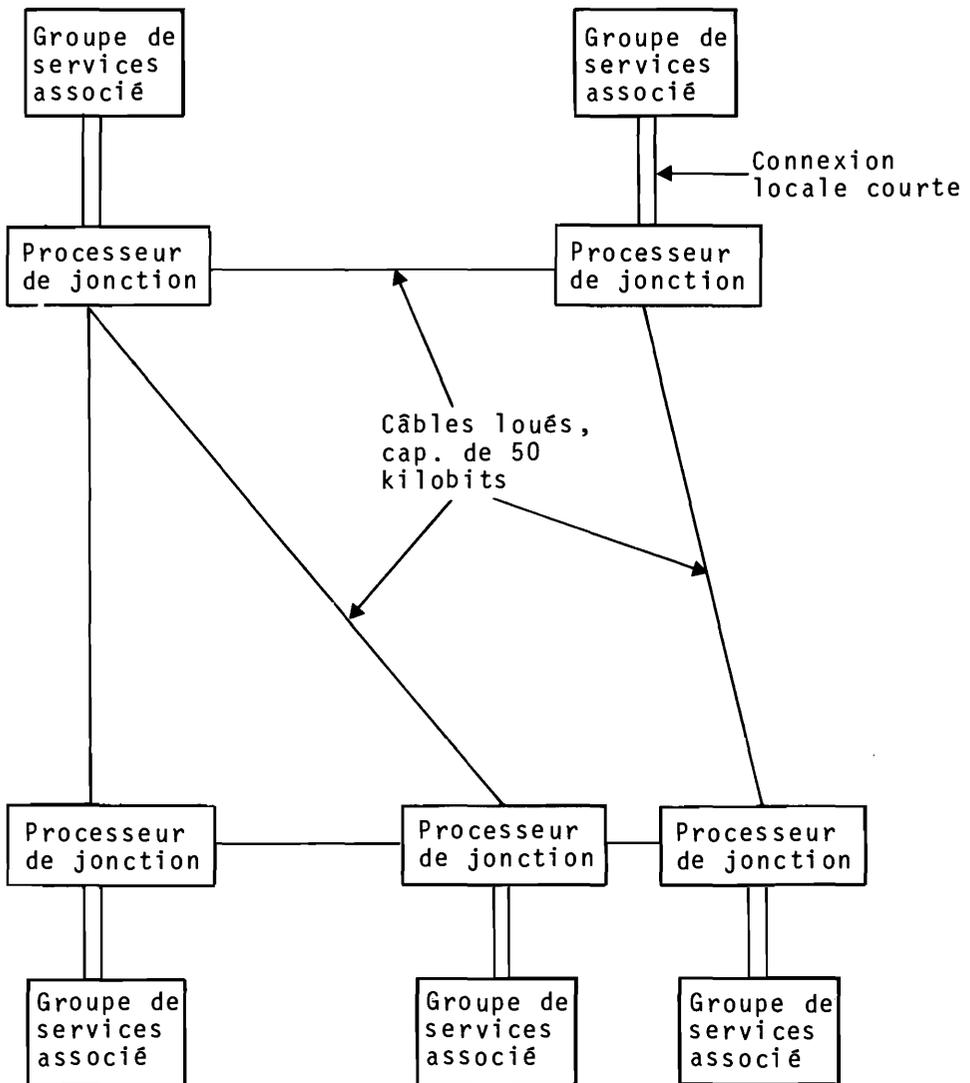
Les concentrateurs du réseau ARPA sont appelés des *Interface Message Processors* (IMP ou joncteurs). Ce sont en fait des mini-ordinateurs dont l'action correspond à celle des joncteurs du réseau NPL. Ils sont reliés ensemble par des lignes privées rapides (50 kilobits par seconde) que loue l'AT&T. En outre, les joncteurs servent à rattacher le groupe

de services au réseau, comme le montre la Figure n° A.2. Remarquez qu'un joncteur donné est généralement relié à deux ou trois autres joncteurs, qu'au moins deux voies existent entre toute paire de joncteurs pour des raisons de fiabilité, et qu'un message passe par plusieurs joncteurs avant d'arriver à destination.

Le joncteur accomplit ainsi plusieurs fonctions. Il reçoit des communications de longueurs diverses des groupes de

services qui lui sont rattachés, les découpe en messages, joint l'adresse du groupe de services destinataire et des directives et envoie les messages aux autres joncteurs pour acheminement ultérieur. Il reçoit des messages par d'autres joncteurs et les vérifie pour détecter les erreurs de transmission. S'il en trouve, il demande une nouvelle transmission du message entaché d'erreurs. Il examine ensuite l'adresse. Si le message est adressé à un groupe local de services, il le

Figure n° A.2



met en mémoire en attendant la transmission des autres messages de la communication. Quand tous sont disponibles, il les met dans l'ordre convenable, les débarrasse de toute donnée étrangère et délivre la communication à son groupe local de services. Si, par contre, le message reçu n'est pas adressé au groupe local de services, il est mémorisé temporairement pendant que le joncteur cherche la meilleure voie pour son acheminement et l'y dirige. Finalement, le joncteur est capable d'éviter les lignes hors de service ou surchargées, et il peut également demander l'aide du joncteur voisin au cas où il aurait des difficultés.

Le rendement du réseau ARPA est remarquable. Quatorze groupes de services de différents types y sont rattachés; chacun d'entre eux est capable d'envoyer des communications aux autres. Les joncteurs peuvent recevoir, mémoriser, identifier et envoyer un message en 0.3 milliseconde et chaque joncteur peut acheminer jusqu'à 100 000 caractères par seconde. La méthode de correction des erreurs mentionnée ci-dessus a permis une excellente fiabilité de la transmission, et le réseau est capable de fonctionner en vitesse réduite dans le cas de panne grave. Enfin, on a préparé des plans de liaison transatlantique entre le réseau de la *U.K. National Physical Laboratory* et le réseau ARPA, en raison de la nature complémentaire des réseaux locaux.

En résumé, le réseau ARPA constitue un organe très prometteur pour les dialogues entre ordinateurs. Le plus gros problème qui reste est posé, non pas le réseau lui-même, mais par les groupes de services rattachés. Il est en effet nécessaire que chaque groupe de services sache comment interpréter et répondre aux communications qui lui sont adressées par le réseau. Dans la plupart des cas, il faudra exécuter des recherches fondamentales pour obtenir une collaboration efficace des ordinateurs et réaliser une large modification aux programmes d'exploitation des blocs d'informatique afin de mettre en œuvre les

nouvelles techniques. On ne doit pas sous-estimer la difficulté de ce problème; il est sans doute largement responsable du faible volume actuel du trafic acheminé par le réseau ARPA.

Annexe B

Membres du Comité du Conseil des sciences pour les applications de l'informatique et la technologie des ordinateurs.

Président :

le D^r L. Katz
Directeur
Laboratoire d'accélération linéaire
Département de physique
Université de la Saskatchewan
Saskatoon, Sask.

Membres :

le D^r L.J. L'Heureux
Président
Conseil des recherches pour la défense
125, rue Elgin
Ottawa, Ont.

M. J.D. Houdling
Président
RCA Limited
Sainte-Anne de Bellevue, Qué.

M. A.E. Pallister
Vice-président
Kenting Limited
700, Sixth Avenue, S.W.
Calgary 1, Alb.

le D^r G.N. Patterson
Directeur
Institut des études aérospatiales
Université de Toronto
Toronto 5, Ont.

Secrétaire :

M. J. Mullin
Secrétaire
Conseil des sciences du Canada

Coordonnateur du programme :

le D^r Eric G. Manning
Conseiller scientifique
Conseil des sciences du Canada

Expert-conseil pour le programme :

le D^r S.N. Silverman
Conseiller scientifique
Conseil des sciences du Canada

Publications du Conseil des sciences du Canada

Rapports annuels

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

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

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

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

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

Rapports

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

Rapport n° 2, La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses: Première évaluation et recommandations (SS22-1967/2F, \$0.25)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Études spéciales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

II^e partie, Chapitre 3, Les universités (SS21-1/8-2-3F, \$1.75).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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