

Q
180
.G2A5214
no. 12

Document explicatif du MEST

12

TRANSFERT DE TECHNOLOGIE
PAR LE MINISTÈRE DES
COMMUNICATIONS: ÉTUDE
DE HUIT INNOVATIONS

1980

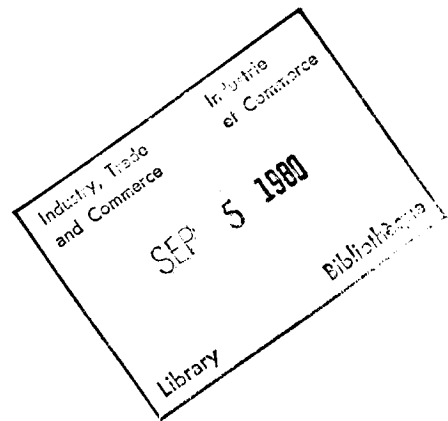


Ministère d'État
Sciences et Technologie
Canada

Ministère des
Communications

Ministry of State
Science and Technology
Canada

Department of
Communications



12

TRANSFERT DE TECHNOLOGIE
PAR LE MINISTÈRE DES
COMMUNICATIONS: ÉTUDE
DE HUIT INNOVATIONS

1980

B. Bhaneja (MEST), J. Lyrette (MDC), T.W. Davies (MDC)
et R.M. Dohoo (conseiller)

Cette étude résulte d'un projet conjoint du ministère
des Communications, et du ministère d'État chargé des
Sciences et de la Technologie. *Canada*

Les vues qui y sont exprimées sont celles des auteurs et ne traduisent pas nécessairement la politique du ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie, du ministère des Communications ou de tout autre ministère du gouvernement du Canada.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1980

N° de cat. ST 41-3/1980-12F

ISBN 0-662-90768-X

TABLE DES MATIÈRES

<u>PREMIÈRE PARTIE</u>	<u>Page</u>
PRÉAMBULE	i
SOMMAIRE	ii
INTRODUCTION	1
Historique	
Mandat	
Mandat du MDC	
TRANSFERT DE TECHNOLOGIE: UN PROCESSUS	3
MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE	4
NATURE DU PROCESSUS DE TRANSFERT	5
a) Deux types de transfert de technologie	
b) Mécanismes de transfert	
RÉCIPIENDAIRES INDUSTRIELS	7
LABORATOIRES GOUVERNEMENTAUX	8
a) Origines des technologies du MDC	
b) Formation et expérience des équipes du CRC	
c) Politiques de gestion	
POLITIQUES ET PROCÉDURES GOUVERNEMENTALES	10
a) Rôle de la Société canadienne de brevets et d'exploitation Limitée (SCBEL)	
b) Procédures de contrat du MAS	
c) Rôle du financement spécial pour le développement de la recherche industrielle	
d) Acquisitions gouvernementales	
CONCLUSIONS	12

DEUXIÈME PARTIE

HISTOIRES DE CAS

SECTEUR SPATIAL:

(i)	Microscope électronique à balayage (MEB)	16
(ii)	Station terrestre à coût réduit (STCR)	21
(iii)	Amplificateur à transistor à effet de champ (ATEC)	25
(iv)	Codec delta	28

SECTEUR RECHERCHE:

(i)	Télidon	31
(ii)	Coupleur de fibres optiques	35
(iii)	Système de données par radio mobile (SDRM)	37
(iv)	Syncompex	41

APPENDICE 44

Principaux thèmes de discussion auprès des scientifiques et des gestionnaires des équipes de recherche du MDC.

TABLEAUX 47

Préambule

L'innovation couronnée de succès constitue un processus complexe. Elle comprend une multitude de facteurs habituellement liés au cours de longues périodes. Les gouvernements, pas plus que l'industrie, ne peuvent aspirer de façon réaliste à en gérer tous les aspects. Bien que chaque cas de développement technologique ainsi que son exploitation subséquente possède ses propres variables, déterminées par la nature de la technologie, par le mandat de l'organisme de recherches et par la compétence technique et commerciale du bénéficiaire, il existe des facteurs communs qui peuvent avoir une incidence importante sur le genre d'innovation.

L'étude de huit innovations qui ont été mises au point grâce aux connaissances et aux compétences scientifiques et techniques du Centre de recherches sur les communications (CRC) du ministère des Communications illustre le rôle que les laboratoires du gouvernement peuvent jouer pour influencer sur le "processus d'innovation" afin qu'il favorise l'expansion industrielle du secteur des communications au Canada. L'étude démontre clairement que, lorsque de bonnes conditions existent, les laboratoires du gouvernement et de l'industrie ont l'occasion de travailler conjointement et que le travail effectué dans les laboratoires gouvernementaux peut compléter le travail de mise au point effectué dans le secteur privé.

Les dossiers des huit innovations ont été préparés grâce à une collaboration étroite avec les scientifiques et les directeurs de la recherche du CRC. L'équipe de travail du MEST-MDC aimerait remercier ces collègues de leur coopération, de même que les personnes intéressées qui ne font pas partie du CRC.

SOMMAIRE

La décision gouvernementale concernant l'amélioration du transfert de technologie des laboratoires gouvernementaux à l'industrie a indiqué une série d'initiatives à prendre par les ministères et organismes fédéraux. Entre autres, on a demandé au ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie (MEST) en conjonction avec le ministère des Communications (MDC), d'effectuer une étude de l'effet des politiques de transfert de technologie utilisées au MDC, de manière à identifier d'autres moyens par lesquels les programmes gouvernementaux sont en mesure de contribuer à promouvoir l'innovation industrielle.

En novembre 1979, le MEST et le MDC décident de mener une étude conjointe dont le mandat est:

- a) d'identifier les facteurs, processus et mécanismes qui ont contribué au succès des transferts de technologie du MDC à l'industrie; et
- b) de préparer un rapport concernant les activités pertinentes du MDC qui pourraient servir aux autres ministères dans leurs efforts en vue d'améliorer le transfert de technologie.

On a choisi huit innovations dans les secteurs Espace et Recherche du MDC pour les soumettre à un examen détaillé. Ces innovations sont les suivantes: microscope électronique à balayage (MEB), stations terrestres à coût réduit (STCR), amplificateur à transistor à effet de champ (ATEC), et Codec delta dans le secteur spatial, Télidon, le coupleur de fibres optiques, le système de données par radio mobile (SDRM) et Syncompex dans le secteur recherche.

Une série d'entrevues a été menée avec les chercheurs et les gestionnaires de recherche du MDC ayant participé de près à la mise au point des huit innovations technologiques mentionnées ci-dessus. Ces réunions avaient pour but d'identifier les événements scientifiques et techniques qui avaient été d'une importance capitale pour la mise au point de ces innovations, et d'examiner l'environnement qui avait contribué au transfert de ces technologies au secteur privé.

RÉSULTATS

Par le passé, la perception des transferts de technologie des laboratoires fédéraux à l'industrie et à d'autres récipiendaires a été très étroite. Elle s'est limitée aux publications de rapports, aux articles dans les revues spécialisées, à la participation aux réunions de sociétés savantes et à l'obtention de brevets pour les inventions. On a accordé très peu d'attention aux aspects concernant la phase suivant l'invention. Les ressources nécessaires, surtout au point de vue financier, pour la conception et la construction des prototypes, la conception du produit et l'installation pilote sont importantes, et le manque de direction et de stratégie intégrée pour l'obtention et l'utilisation des ressources peut causer des retards et un mauvais transfert de la technologie.

La conclusion principale tirée de l'expérience du ministère des Communications est que le succès d'un transfert dépend d'un grand nombre de variables, allant de l'identification des besoins, du moral et du calibre de l'équipe de recherche et d'un appui financier et administratif approprié, jusqu'à l'existence d'une infrastructure d'appui qui encourage le développement et le transfert de technologie fédérale pour l'aide au développement industriel.

Un examen détaillé des exemples de transfert de technologie du MDC a indiqué que les facteurs suivants sont importants pour le succès d'un transfert de technologie des laboratoires fédéraux à l'industrie.

- a) Preception d'un besoin technologique: Le processus de transfert de technologie commence par la perception d'un besoin qui peut s'identifier, en termes du mandat du ministère et de ses besoins en science et en technologie, par des mécanismes comme les groupes d'étude, les comités consultatifs de la recherche et les études du marché.
- b) Les deux mécanismes les plus efficaces pour le transfert de la technologie fédérale à l'industrie sont: (a) l'utilisation de contrats de recherche et développement et (b) l'échange de personnel scientifique et technologique avec l'industrie. Ces deux mécanismes ont prouvé leur efficacité pour le développement de contacts personnels et de relations professionnelles parmi les producteurs et les récipiendaires de la technologie.

Dans la plupart des cas, au cours de la progression des travaux, les distinctions se sont estompées entre les créateurs et les récipiendaires en raison de la nature coopérative des efforts du personnel scientifique et technologique fédéral et de l'industrie pour la mise au point de la technologie.

- c) Les petites et moyennes entreprises se spécialisant dans la technologie de pointe sont souvent les plus réceptives à l'adoption des technologies fédérales. Ces entreprises, malgré l'envergure plus réduite de leurs activités semblent impatientes et désireuses d'établir une gamme de produits unique. Les grandes entreprises ont leur propre technologie d'origine, et sont soumises aux contraintes de leur expertise en place et de leur marché spécialisé.
- d) Le personnel scientifique et technologique orienté vers le génie est essentiel dans une équipe de recherche ayant pour but un transfert de technologie. L'expérience de l'interaction avec l'industrie ou l'utilisateur que possèdent les professionnels ou le personnel d'appui de génie contribue à faciliter la praticabilité de l'innovation.
- e) Le maintien de la continuité du personnel scientifique et technologique pendant toute la durée du projet favorise la fertilisation mentale réciproque et contribue au développement d'un esprit d'équipe.
- f) L'appui des cadres supérieurs (en particulier du Directeur général et du Sous-ministre adjoint) est essentiel pour un projet, car il indique le statut relatif du projet quant aux priorités du ministère et influe sur l'allocation de ressources matérielles et humaines au projet.
- g) Il faut que le personnel scientifique et technologique soit convaincu que ses activités de développement technologique sont prises en considération dans l'évaluation de sa performance.
- h) La Société canadienne de brevets et d'exploitation limitée (SCBEL) a un rôle important à jouer dans le transfert de technologie, en ce qu'elle met à la disposition de l'industrie des technologies fédérales susceptibles de brevet. Il y a des possibilités ouvertes à la SCBEL pour l'adoption

d'un rôle de commercialisation plus agressif destiné à améliorer les rapports intersectoriels de l'industrie et des laboratoires gouvernementaux.

- i) Étant donné que les coûts de recherche et développement augmentent de manière spectaculaire au fur et à mesure que le développement technique approche de la phase de pré-production, il devient vital, pour assurer le succès du transfert de technologie à l'industrie, de disposer de fonds à l'appui des phases de développement des activités de R&D industriel. Le financement des activités de R&D, tels la conception du produit, la commercialisation, la mise au point des prototypes, les essais et démonstrations de terrain, etc., coûte beaucoup plus cher que la phase initiale de R&D. Ces activités sont critiques pour le progrès du développement, ainsi que pour permettre une meilleure identification de la technique de production ou de traitement qui en résulte et pour son exploitation commerciale.
- j) Dans la majorité des cas étudiés, le transfert se rapportait avant tout à la satisfaction des besoins du ministère. Toutefois, il semble se présenter un décalage entre la responsabilité des ministères exécutifs et les programmes des ministères s'occupant explicitement de développement industriel. Le transfert des innovations ne pouvait recevoir un appui continu du MDC étant donné la pénurie de personnel et les efforts du développement industriel qui peuvent empiéter sur les mandats d'autres ministères. Une solution possible consiste à élargir les mandats des ministères exécutifs pour qu'ils comportent les activités de R&D proches de la phase de production.
- k) L'achat par le gouvernement d'équipement mis au point par l'industrie grâce à la technologie transférée de laboratoires fédéraux affermit considérablement le potentiel industriel de ce domaine scientifique et technologique pour le pays. Par l'intermédiaire du MAS, le ministère peut solliciter activement des propositions de l'industrie présentant un degré d'innovation important, et être prêt à assurer un appui spécial pour ces innovations. L'achat initial de ces produits technologiques par le gouvernement assure la mise au point d'une nouvelle gamme de produits et contribue à établir la confiance dans la valeur commerciale du produit.

- 1) Une consultation plus étroite entre le MAS et les laboratoires fédéraux, ainsi que l'uniformisation de la procédure concernant la gestion des contrats de R&D peuvent jouer un rôle important au point de vue de la réduction des délais de développement des innovations.

TRANSFERT DE TECHNOLOGIE
PAR
LE MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS:
ÉTUDE DE HUIT INNOVATIONS

INTRODUCTION

Historique

La décision gouvernementale concernant l'amélioration du transfert de technologie des laboratoires gouvernementaux à l'industrie comprenait une série d'initiatives à prendre par les ministères et organismes fédéraux. Entre autres, on a demandé au ministère d'État chargé des Sciences et de la Technologie (MEST) en conjonction avec le ministère des Communications (MDC), d'effectuer une étude de l'incidence des politiques de transfert de technologie utilisées au MDC, de manière à identifier d'autres moyens par lesquels les programmes gouvernementaux sont en mesure de contribuer à promouvoir des développements industriels innovateurs.

On prévoyait qu'une étude de quelques innovations choisies du ministère des Communications et de leur transfert à l'industrie aiderait d'autres ministères fédéraux et leurs laboratoires à identifier les moyens permettant de promouvoir au Canada le développement industriel à partir des innovations.

Mandat

En Novembre 1979, le MEST et de MDC sont convenus de mener une étude conjointe dont le mandat était:

- a) d'identifier les facteurs, processus et mécanismes qui ont contribué au succès des transferts de technologie du MDC à l'industrie; et
- b) de préparer un rapport touchant les activités pertinentes du MDC qui pourraient servir aux autres ministères dans leurs efforts pour améliorer le transfert de technologie.

On a choisi huit innovations dans les secteurs Espace et Recherche du MDC pour les soumettre à un examen détaillé. Ces innovations sont les suivantes: dans le secteur Espace, microscope électronique à balayage (MEB), Stations terrestres à coût réduit (STCR), Amplificateur à transistor à effet de champ (ATEC), et Codec delta; dans le secteur Recherche, Télidon, le coupleur de fibres optiques, le Système de données par radio mobile (SDRM) et Syncompex.

Mandat du MDC

Le budget des dépenses 1979-80 déclare que la raison d'être du MDC est de "favoriser le développement et le fonctionnement méthodiques des communications au Canada tant à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale".¹ Cette responsabilité d'ensemble pour le développement du secteur des communications est explicitée aux rubriques Description du Programme et Sous-objectifs, qui soulignent les engagements du ministère dans les deux domaines suivants:

Applications spatiales - Planification, élaboration, coordination et mise en vigueur des politiques et programmes destinés à satisfaire les besoins du Canada en matière de télécommunications spatiales; élaboration et coordination des moyens et méthodes permettant la participation optimale de l'industrie canadienne à la conception, au développement et à la construction de systèmes de satellites canadiens.

Recherches en télécommunications - prévisions technologiques; planification et mise en oeuvre de travaux de recherche et développement exploratoires et pratiques en vue de résoudre des problèmes et de faire progresser la technique à l'appui des besoins du Canada en matière de communications.

Il y a eu récemment beaucoup de discussions à l'intérieur du MDC en ce qui concerne ces rôles de développement industriel et le transfert de technologie.² Un des objectifs principaux des programmes spéciaux comme le Fonds de Contrat industriel (FCI) et les Programmes de coopération avec l'industrie (PCI) entrepris par le MDC au cours des dernières années, est de faciliter le transfert de technologie. Un des objectifs principaux des programmes spéciaux comme le Fonds de Contrat industriel (FCI) et les Programmes de coopération avec l'industrie (PCI) entrepris par le MDC au cours des dernières années, est de faciliter le transfert de technologie. On a réalisé des foyers de liaison avec l'industrie par la création de directions générales de développement industriel dans les secteurs Espace et Recherche, et par l'établissement d'un programme d'échange avec l'industrie pour le personnel scientifique et technologique du ministère.

1 Budget des dépenses 1979-80, pp. 3-6, 3-7, 3-8

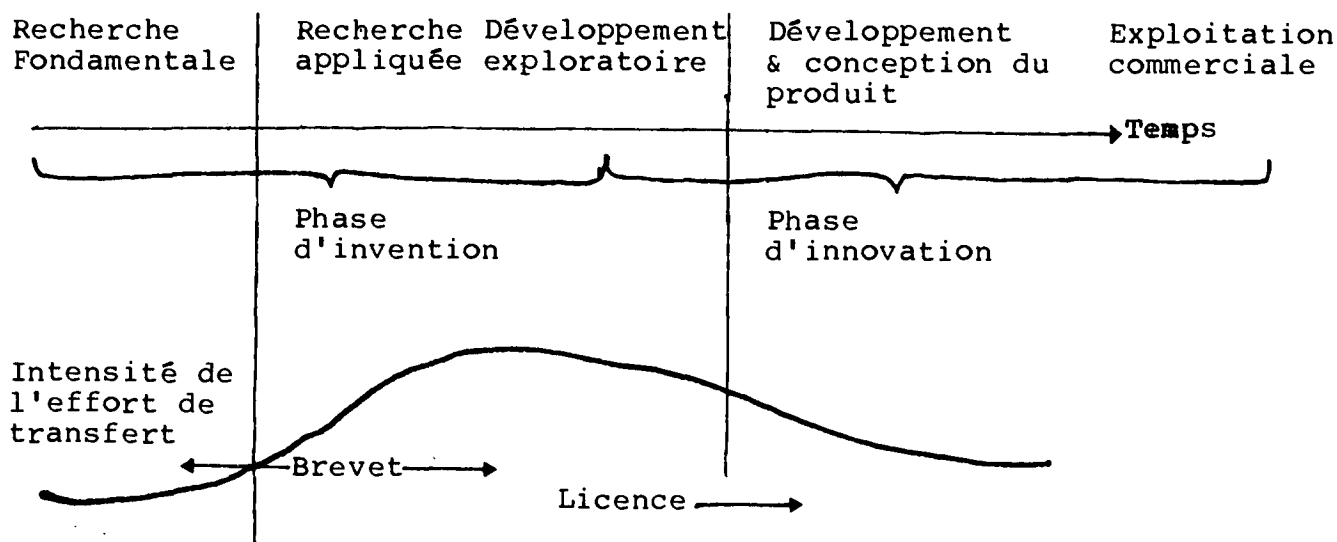
2 Voir Ministère des Communications, Rapport 1978 du Comité consultatif de la recherche sur les communications.

TRANSFERT DE TECHNOLOGIE: UN PROCESSUS

Dans le contexte de l'amélioration des transferts de technologie des laboratoires fédéraux à l'industrie,³ on considère qu'il y a eu transfert de technologie chaque fois que des connaissances techniques, des techniques particulières ou un appareil mis au point dans des laboratoires fédéraux sont adoptés et utilisés par l'industrie. Ainsi, le transfert de technologie concerne tant la technologie ferme (appareils, matériels et plans pour ces appareils) que la technologie douce (idées novatrices et les connaissances nécessaires pour la mise en oeuvre de ces idées). Le processus de transfert de technologie fait intervenir divers aspects des domaines de la recherche du développement et de la démonstration, allant de la recherche fondamentale et appliquée à la conception des produits, pour la promotion d'un nouveau produit ou processus ou l'amélioration d'un produit ou processus existant. La figure 1 ci-dessous présente une vue d'ensemble des biens intersectoriels qui se présentent dans le cycle de développement, ainsi que l'échéancier du transfert de technologie.

Figure 1

Idéalisation du cycle développement et de l'échéancier du transfert de technologie



³ Pour de plus amples renseignements à ce sujet, consultez: Conseil des sciences du Canada, Transfert de techniques des laboratoires gouvernementaux vers l'industrie de la fabrication, rapport no. 24, décembre 1975, et Conseil des sciences du Canada, Le rôle et la fonction des laboratoires gouvernementaux et le transfert de techniques vers les secteurs de la fabrication, étude de documentation no. 35, avril 1976.

Pour les besoins de ce rapport, on a divisé le processus de transfert de technologie en deux phases: invention et innovation. La phase d'invention se couronne souvent par l'obtention de brevets pour des idées et découvertes, la publication d'articles dans des revues ou des communications à des réunions techniques internationales. Par contre, la phase d'innovation se traduit par la mise au point de l'invention pour fin d'application pratique et, de préférence, l'octroi, à une société, de licences pour cette invention pour fin d'exploitation commerciale. La phase d'innovation, en conséquence, nécessite souvent une conception de produits, une mise au point de prototype, des essais de terrain et des test pilotes.

Les deux phases du transfert de technologie présentent des chevauchements et des liens importants. L'orientation impartie aux efforts de R&D initiaux peut avoir été occasionnée par un besoin particulier identifié par l'industrie ou un usager du ministère. Le transfert peut avoir été facilité parce que l'usager a participé tôt aux phases de recherche et de développement. On a noté ailleurs qu'en ce qui concerne la répartition des ressources financières, le taux des dépenses augmente progressivement au fur et à mesure que l'activité de R&D passe de la phase d'invention à la phase d'innovation.⁴

MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

Pour cette étude, on a mené deux séries d'entrevues avec les chercheurs, ingénieurs et administrateurs de recherche du MDC, qui ont participé au développement des innovations technologiques soumises à l'examen.⁵ La première série a porté sur l'identification des événements scientifiques et techniques essentiels au transfert de technologie (par exemple, l'origine d'un développement scientifique/technique particulier, le rôle de la base technologique du CRC, la reconnaissance d'un besoin et sa définition). La deuxième série

⁴ Mansfield, E., Industrial Research and Technological Innovation, New York, N.Y. Norton, 1978

⁵ Voir à l'appendice les détails concernant la forme de questionnaire utilisée pour les discussions avec chercheurs et administrateurs de recherche du MDC.

d'entrevues a porté sur les caractéristiques de l'équipe de recherche, ainsi que de l'environnement dans lequel s'est fait le développement et l'exploitation de l'invention. On a préparé des études de cas fondés sur ces réunions et sur les discussions tenues avec les récipiendaires industriels de la technologie du MDC. On a ensuite examiné ces études afin de déceler des schémas et des facteurs communs ayant contribué à favoriser le transfert de ces technologies au secteur privé. Les résultats de l'analyse des histoires de cas font l'objet de la description suivante pour les besoins de ce rapport.

Premièrement, on examine la nature du transfert de technologie lui-même; on examine ensuite les récipiendaires industriels de la technologie et les auteurs à l'intérieur du gouvernement. Ces derniers, étant donné que l'étude se concentre sur les laboratoires gouvernementaux, font l'objet d'un examen plus détaillé, en tenant compte de l'origine des technologies, de la constitution des équipes de recherche et de l'environnement dans lequel se fait le transfert des innovations. Suit un examen des politiques et procédures gouvernementales effectuant le processus de transfert. Dans la conclusion, on indique un ensemble de facteurs considérés comme importants.

NATURE DU PROCESSUS DE TRANSFERT

a) Deux types de transferts de technologie

L'examen des huit innovations du MDC a indiqué qu'il y avait deux types de transfert principaux: transfert de savoir-faire et transfert de matériel. Le transfert de connaissances avait une importance prédominante dans tous les cas. Ce transfert est effectué par l'échange de rapports et par des contacts personnels avec des sociétés intéressées, surtout pendant l'exécution des contrats de R&D, qui souvent s'étendent au cours d'une période de trois à cinq ans.

Dans les deux cas, le transfert de connaissances s'est accompagné d'un mouvement de personnel scientifique et technologique du MDC vers le secteur privé. Dans le cas de la technologie du microscope électronique à balayage (MEB) l'accord de licence a comporté le passage de deux chercheurs du CRC prêtés par le MDC par l'intermédiaire de la SCBEL à une nouvelle société de technologie de pointe, SEMCO.

L'accord prévoyait que ces personnes pourraient revenir au CRC après l'achèvement du transfert de technologie. Plus tard, la société a recruté huit personnes du CRC, dont certaines étaient des employés permanents, d'autres des employés contractuels et des étudiants diplômés qui avaient travaillé au CRC dans le cadre du projet MEB. Ces personnes étaient parmi les premiers employés de la société, et étaient chargés essentiellement de la base d'expertise technique de la société.***

Dans un autre cas, un ingénieur du MDC étroitement associé au projet Télidon a quitté le ministère pour entrer à la société qui recevait la technologie du MDC. Aucun des employés du MDC n'est revenu au MDC.

On a également employé, comme mécanisme de diffusion du savoir-faire, des transferts temporels de personnel de l'industrie au MDC. Le ministère a invité un employé de RCA (devenue SPAR) à travailler avec l'équipe du MDC au développement de la technologie de l'amplificateur à transistor à effet de champ.

Le transfert de matériel a eu lieu surtout dans le domaine du secteur Espace plus particulièrement pour les travaux relatifs à la station terrestre à prix réduit et le Codec delta. Dans le secteur de Recherche, on a noté un transfert de matériel, à une échelle plus petite, pour la mise au point de Syncompex et Télidon.

b) Mécanismes de transfert

Le mécanisme de transfert de technologie, pour les huit cas étudiés, a été l'octroi de contrats de recherche et développement. On a noté que les

*** Il faut noter ici deux aspects importants du transfert MEB. Tout d'abord, le CNR, dans le cadre de son programme d'aide à la recherche industrielle, a accepté de fournir à SEMCO un supplément d'aide en salaires et installations. Ensuite, l'accord réciproque entre le gouvernement et la SEMCO quant à la possibilité de transférer les pensions a contribué au passage permanent de personnel du CRC à SEMCO.

contrats personnels et les visites d'échange entre les laboratoires du gouvernement et l'industrie faisaient partie intégrante de ces contrats de R&D, et que ces relations se sont progressivement renforcées grâce à l'augmentation des activités contractuelles.

Dans la plupart des cas, le contact initial avec l'industrie a été le résultat d'une offre concurrentielle réussie de la société pour l'exécution de travaux spécifiques de R&D. Le programme des propositions spontanées n'a servi que dans deux cas, peut-être parce que ce programme n'était pas encore en existence à l'époque où les autres transferts de technologie ont eu lieu.

En général, une fois qu'une société a été choisie pour exécuter un contrat à offre concurrentielle, et qu'elle l'a exécuté avec succès, démontrant ainsi sa capacité et son désir de pousser le développement de la technologie, elle réussit à obtenir d'autres contrats de développement "dirigés". Il faut insister sur le fait que l'objectif principal de ces contrats n'était pas de favoriser une industrie dans un secteur particulier, mais de satisfaire d'abord à un besoin scientifique et technologique du ministère ou du gouvernement. En un sens, les transferts de technologie à l'industrie ont souvent constitué une "retombée" des travaux impartis.

Dans les huit cas étudiés, les membres des équipes de recherche ont considéré comme "faible" ou "mineure" l'importance des publications ou des réunions académiques comme mécanismes de transfert pendant la phase d'innovation. Par contre, la participation aux congrès scientifiques a été considérée comme essentielle par le personnel de recherche et de développement pour l'entretien de leurs capacités techniques.

RÉCIPIENDAIRES INDUSTRIELS

Un examen des récipiendaires des technologies du MDC indique que les sociétés qui ont le plus profité des innovations du MDC sont souvent des petites ou moyennes entreprises de technologie de pointe. La plupart ont moins de 100 employés scientifiques et techniques. La réceptivité de ces entreprises à la technologie du MDC provient en partie de la formation technique de leurs cadres supérieurs, de leur capacité de R&D interne

en termes de main-d'oeuvre et d'équipement, et de leur désir de diversifier leur gamme de produits.

LES LABORATOIRES GOUVERNEMENTAUX

a) Origines des technologies du MDC

Dans toutes les études de cas soumises à l'examen, on avait identifié un besoin de développement supplémentaire d'une invention. L'identification du besoin de technologie par ses usagers (attraction de la demande) combinée à la préoccupation du ministère de maintenir la sensibilisation aux possibilités offertes par les technologies nouvelles (poussée technologique) a joué un rôle important dans la mise au point d'innovations connexes.

Dans le cas du système de données par radio mobile (SDRM), le projet a été entrepris à la suite des recommandations du groupe d'étude du MDC chargé des communications informatiques (1971) qui avait déclaré qu'il était nécessaire que le ministère participe à la mise au point de nouveaux systèmes et de nouvelles applications dans le domaine de l'informatique/communication. On pourrait citer comme exemple de "poussée technologique" le coupleur de fibres optiques, Télidon, la station terrestre à coût réduit (STCR) et le microscope électronique à balayage (MEB).

b) Formation et expérience des équipes du CRC

Dans tous les cas examinés, on a noté que les équipes de recherche du MDC étaient composées principalement de personnes diplômées ou de formation post-universitaire. On a noté dans chaque cas la présence d'ingénieurs/chercheurs éminents. Toutefois, étant donnée la nature collective des efforts dans la plupart des projets de recherche du MDC, il a été difficile de discerner l'importance des contributions individuelles des ingénieurs ou chercheurs. L'aide apportée par le personnel d'appui spécialisé dans le laboratoire ou l'atelier de construction de modèles a été essentielle dans bien des cas. Cet appui était important dans la mesure où, chaque fois qu'il était nécessaire, il servait à pallier les limites de l'expérience industrielle du spécialiste professionnel.

On a identifié une caractéristique importante contribuant au succès des équipes de recherche, soit la continuité du personnel dans ces projets de R&D. Cette continuité, dans la mesure où elle encourageait des échanges d'idées fertilisateurs au cours du temps, a contribué grandement à l'amélioration de la productivité d'une équipe.

c) Politiques de gestion

L'appui des cadres supérieurs (du Directeur général, du Sous-ministre adjoint et du Sous-ministre) a été considéré comme essentiel pour mener à bien rapidement et sans accroc le projet de R&D dans tous les cas examinés. L'appui apporté par les cadres supérieurs à des projets tels que la station terrestre à coût réduit, Télidon, le système de données par radio mobile et le coupleur de fibres optiques, qui reflètent l'importance relative des projets par rapport aux priorités du ministère, a également aidé l'équipe de recherche à obtenir plus facilement des ressources financières et à s'assurer une certaine flexibilité dans l'allocation et le contrôle des ressources. Cette situation, combinée à l'allocation des capitaux engagés pour un projet [par exemple Télidon et satellite de technologie des communications (STC)] a joué un rôle important dans l'accélération du développement de ces technologies, qui a permis à la fois une application pratique rapide et une exploitation industrielle opportune.

L'importance accordée au transfert de technologie dans les laboratoires du Centre de recherche sur les communications a commencé il y a environ dix ans, au moment du transfert du centre (qui était alors l'établissement des télécommunications des recherches sur la Défense - ETRD) du ministère de la Défense nationale au nouveau ministère des Communications. Il y a eu une réorientation progressive en termes de la réalisation des objectifs de la politique d'impartition du gouvernement et du mandat du MDC. Au fur et à mesure que les objectifs du ministère ont été mieux définis, le personnel scientifique a accepté de bonne volonté les aspects industriels du travail.

En conséquence, au cours des dernières années, le transfert de technologie a fait l'objet d'une mention plus explicite dans l'évaluation de rendement du personnel scientifique et technique,

en particulier en relation aux fonctions d'autorité scientifique et de gestion de contrats du personnel de R&D. On a noté dans tous les cas étudiés que les activités de transfert de technologie ont été dûment reconnues dans l'évaluation de mérite et de l'avancement professionnel des ingénieurs participant aux équipes de recherche.

La politique du MDC consistant à entreprendre des travaux au bénéfice d'autres ministères lorsque son expertise ne se trouve pas facilement ailleurs s'est révélée très avantageuse pour l'application du savoir-faire et de l'expertise technique du MDC. Le ministère de la Défense nationale (MDN) demeure un usager important de l'expertise technique du MDC dans le secteur de la Recherche. Dans bien des cas examinés, l'appui financier et les autres travaux impartis du MDN se sont révélés critiques pour le développement de ces projets (par exemple Syncompex et Télidon).

POLITIQUES ET PROCÉDURES GOUVERNEMENTALES

a) Rôle de la SCBEL

Les qualifications du rôle joué par la Société canadienne de brevets et d'exploitation Ltée dans l'exploitation des huit inventions examinées ont varié de "mineur" à "très utile" et "vraiment essentiel". En général, la SCBEL, à titre de société de la Couronne, était chargée de l'obtention des brevets et de la commercialisation pour les inventions scientifiques et techniques fédéral au nom des ministères du gouvernement. Les activités de la SCBEL comprennent: (i) l'enregistrement de l'invention avant l'octroi de brevet ou (ii) la protection des droits sur l'invention et (iii) l'octroi aux entrepreneurs d'une licence pour l'exploitation commerciale de l'invention.

On accorde en général la préférence pour l'octroi d'une licence sur un brevet à l'entrepreneur qui a travaillé avec les équipes de recherche du MDC à la phase d'innovation de la mise au point de cette invention. Toutefois, il est possible pour la SCBEL d'adopter à l'occasion un rôle de commercialisation plus agressif pour améliorer les liens intersectoriels entre l'industrie et les laboratoires du gouvernement. La SCBEL a joué un rôle important dans le cadre du microscope électronique à balayage, en rapprochant SEMCO de

l'expertise du CRC, et en organisant le détachement de personnel du CRC à SEMCO.

b) Procédures de contrat du MAS

Étant donné que les contrats de R&D constituaient les principaux mécanismes de transfert de technologie dans les cas étudiés, on a considéré essentiel d'offrir un appui approprié sous forme de procédures et de personnel administratif suffisants pour réduire les problèmes encourus lors de la gestion de contrats de R&D, par exemple la nature spéculative de l'activité de R&D, l'évaluation des capacités techniques d'une société, les retards dans l'approbation d'un contrat, la propriété intellectuelle etc. Il semble qu'une liaison plus étroite entre l'équipe du CRC et le personnel du MAS permette d'accélérer les démarches, réduisant ainsi les délais à la mise au point des innovations. Dans le cas de l'amplificateur à transistor à effet de champ (ATEC) les travaux ont été accélérés de manière importante grâce au détachement d'un gestionnaire de contrat du MAS au MDC afin de faciliter la mise au point des satellites de technologie des communications, ce qui a réduit presque de moitié les délais de procédures contractuelles.

c) Rôle du financement spécial pour le développement de la recherche industrielle

Lors de nos études de cas, nous avons remarqué qu'au cours du processus de transfert de technologie, les coûts de développement technologique augmentaient au fur et à mesure que l'activité de R&D se rapprochait de l'extrémité de la gamme des activités de R&D concernant la mise au point des produits. Dans la plupart des cas étudiés, le rapport des coûts de la phase initiale et des phases finales de développement était de l'ordre de cinq à six.

Le financement spécial pour l'élaboration de la recherche industrielle, tel le Fonds d'impartition industrielle (FII) dans le cas du secteur spatial du MDC, a permis de défrayer une partie du coût de la mise sur pied, jouant ainsi un rôle vital afin d'encourager l'établissement d'un potentiel canadien de mise sur pied de systèmes spatiaux. Depuis 1978, le MDC s'est aussi prévalu du Programme conjoint de projets industriels (PCPI). Toutefois, de tels programmes visant l'élaboration

de la technologie sont rarement offerts aux ministères. En règle générale, le MDC a tiré profit de ses liens avec le ministère de la Défense nationale et la GRC, en mettant à l'essai les applications pratiques de ses innovations tout en entreprenant un travail contractuel pour ces organismes selon une formule de recouvrement de fonds.

d) Acquisitions gouvernementales

L'achat initial par le gouvernement d'innovations fondées sur la technologie du MDC a influé considérablement sur l'exploitation commerciale de la technologie et l'établissement de capacités industrielles dans ce domaine. L'achat initial d'équipements fondés sur les technologies du MDC a assuré la mise au point d'une nouvelle gamme de produits et a contribué à inspirer confiance dans les possibilités commerciales des nouveaux produits.

Dans le cas du microscope électronique à balayage (MEB) les deux premiers instruments de la société ont été achetés par le CRC et le CNRC. Le MDC a été le premier acheteur de 100 stations terrestres à coût réduit aux sociétés SED et Electrohome. Dans le cas de la technologie Télidon, la société NORPAK, qui exploite les travaux du CRC dans ce domaine sous licence non-exclusive, a déjà vendu plus d'un million de dollars d'équipement aux ministères du gouvernement.

CONCLUSIONS

La conclusion principale tirée de l'expérience du ministère des Communications est qu'un transfert dépend d'un grand nombre de variables, allant de l'identification des besoins, du moral et du calibre de l'équipe de recherche et d'un appui financier et administratif approprié jusqu'à l'existence d'une infrastructure d'appui qui encourage le développement et le transfert de technologie fédérale pour l'aide au développement industriel. Jusqu'à tout dernièrement, le transfert de techniques des laboratoires fédéraux vers l'industrie ou autre a été peu connu du public. Sa diffusion s'est limitée à la publication de rapports, à des articles dans les journaux, à la participation au sein de sociétés savantes et au brevetage d'inventions. On a accordé très peu d'attention aux aspects intéressant la phase post-invention. Les ressources, particulièrement les ressources financières, nécessaires en vue de la conception du prototype, de la fabrication du prototype,

de la conception du produit et de l'usine pilote sont importantes et une absence d'orientation et de stratégie intégrée, en vue d'obtenir et d'utiliser les ressources, peut avoir pour résultat des retards et un transfert des techniques incomplet.

Un examen détaillé des exemples de transfert de technologie du MDC a indiqué que les facteurs suivants sont importants pour le succès d'un transfert de technologie des laboratoires fédéraux à l'industrie.

- (a) Perception d'un besoin technologique: Le processus de transfert de technologie commence par la perception d'un besoin qui peut s'identifier, en termes du mandat du ministère et de ses besoins en science et en technologie, par des mécanismes comme les groupes d'étude, les comités consultatifs de la recherche et les études du marché.
- (b) Les deux mécanismes les plus efficaces pour le transfert de la technologie fédérale à l'industrie sont: (a) l'utilisation de contrats de recherche et développement et (b) l'échange de personnel scientifique et technologique avec l'industrie. Ces deux mécanismes ont prouvé leur efficacité pour le développement de contacts personnels et de relations professionnelles parmi les producteurs et les récipiendaires de la technologie. Dans la plupart des cas, au cours de la progression des travaux, les distinctions se sont estompées entre les créateurs et les récipiendaires en raison de la nature coopérative des efforts du personnel scientifique et technologique fédéral et de l'industrie pour la mise au point de la technologie.
- (c) Les petites et moyennes entreprises se spécialisant dans la technologie de point sont souvent les plus réceptives à l'adoption des technologies fédérales. Ces entreprises, malgré l'envergure plus réduite de leurs activités semblent impatientes et désireuses d'établir une gamme de produits unique. Les grandes entreprises ont leur propre technologie d'origine, et sont soumises aux contraintes de leur expertise en place et de leur marché spécialisé.
- (d) Le personnel scientifique et technologique orienté vers le génie est essentiel dans une équipe de recherche ayant pour but un transfert de technologie. L'expérience de l'interaction avec l'industrie ou l'utilisateur que possèdent les professionnels ou le personnel d'appui de génie

contribue à faciliter le praticabilité de l'innovation.

- (e) Le maintien de la continuité du personnel scientifique et technologique pendant toute la durée du projet favorise la fertilisation mentale réciproque et contribue au développement d'un esprit d'équipe.
- (f) L'appui des cadres supérieurs (en particulier du Directeur général et du Sous-ministre adjoint) est essentiel pour un projet, car il indique le statut relatif du projet quant aux priorités du ministère et influe sur l'allocation de ressources matérielles et humaines au projet.
- (g) Il faut que le personnel scientifique et technologique soit convaincu que ses activités de développement technologique sont prises en considération dans l'évaluation de sa performance.
- (h) La Société canadienne de brevets et d'exploitation Limitée (SCBEL) a un rôle important à jouer dans le transfert de technologie, en ce qu'elle met à la disposition de l'industrie des technologies fédérales susceptibles de brevet. Il y a des possibilités ouvertes à la SCBEL pour l'adoption d'un rôle de commercialisation plus agressif destiné à améliorer les rapports intersectoriels de l'industrie et des laboratoires gouvernementaux.
- (i) Étant donné que les coûts de recherche et développement augmentent de manière spectaculaire au fur et à mesure que le développement technique approche de la phase de pré-production, il devient vital, pour assurer le succès du transfert de technologie à l'industrie, de disposer de fonds à l'appui des phases de développement des activités de R&D industriel. Le financement des activités de R&D, tels la conception du produit, la commercialisation, la mise au point des prototypes, les essais et démonstrations de terrain, etc., coûte beaucoup plus cher que la phase initiale de R&D. Ces activités sont critiques pour le progrès du développement, ainsi que pour permettre une meilleure identification de la technique de production ou de traitement qui en résulte et pour son exploitation commerciale.
- (j) Dans la majorité des cas étudiés, le transfert se rapportait avant tout à la satisfaction des besoins du ministère. Toutefois, il semble se présenter un

décalage entre la responsabilité des ministères exécutifs et les programmes des ministères s'occupant explicitement de développement industriel. Le transfert des innovations ne pouvait recevoir un appui continu du MDC étant donné la pénurie de personnel et les efforts du développement industriel qui peuvent empiéter sur les mandats d'autres ministères. Une solution possible consiste à élargir les mandats des ministères exécutifs pour qu'ils comportent les activités de R&D proches de la phase de production.

- (k) L'achat par le gouvernement d'équipement mis au point par l'industrie grâce à la technologie transférée de laboratoires fédéraux affermit considérablement le potentiel industriel de ce domaine scientifique et technologique pour le pays. Par l'intermédiaire du MAS, le ministère peut solliciter activement des propositions de l'industrie présentant un degré d'innovation important, et être prêt à assurer un appui spécial pour ces innovations. L'achat initial de ces produits technologiques par le gouvernement assure la mise au point d'une nouvelle gamme de produits et contribue à établir la confiance dans la valeur commerciale du produit.
- (l) Une consultation plus étroite entre la MAS et les laboratoires fédéraux, ainsi que l'uniformisation de la procédure concernant la gestion des contrats de R&D peuvent jouer un rôle important au point de vue de la réduction des délais de développement des innovations.

DEUXIÈME PARTIE

HISTOIRES DE CAS
DE HUIT INNOVATIONS DU MDC

HISTOIRES DE CAS
DU SECTEUR SPATIAL

MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE À BALAYAGE

INTRODUCTION

Les microscopes électroniques, qui ont des grossissements de l'ordre de 100 000, peuvent être du type à transmission ou à réflexion. S'ils sont du type à transmission, le spécimen doit être extrêmement mince, de l'ordre de 100Å . Les microscopes électroniques du type à réflexion sont plus répandus et plus faciles à utiliser. Dans le milieu des années 1960 a commencé le développement des microscopes électroniques à balayage, qui promettaient la possibilité d'examiner un spécimen de surface plus grande et d'observer son changement en temps réel, selon un principe analogue à celui d'une image télévisée.

Non seulement le microscope électronique à balayage est-il un appareil complexe, mais à l'époque où le transfert de technologie a été entrepris, il n'existait aucune entreprise canadienne capable de recevoir cette technologie. Par conséquent, cette histoire de cas concerne le transfert de technologie et l'établissement d'une nouvelle société - SEMCO Instrument Company Ltd. L'intention n'est pas de considérer en détail les problèmes qu'a connus la SEMCO dans ses premières années (une étude de la résolution de ses problèmes, toutefois, pourrait donner des perspectives précieuses sur les difficultés qui se présentent dans l'établissement d'une nouvelle entreprise de technologie de point); ces problèmes ne sont mentionnés que pour expliquer le rôle important joué par le Conseil national de la recherche du Canada (CNRC) pour encourager la société après le transfert initial de technologie du Centre de recherche sur les communications (CRC). Cette histoire de cas se distingue des autres non seulement parce qu'elle fait intervenir quatre ministères et organismes du gouvernement (le CRC, le CNRC, la SCBEL et le ministère de l'Industrie et du Commerce) mais aussi parce qu'elle fait intervenir le détachement de personnel du CRC à l'industrie.

Historique

En 1967, les gestionnaires du programme spatial du Centre de recherche sur les communications (CRC) du ministère des Communications (MDC) se sont rendus compte qu'il était nécessaire de mettre davantage l'accent sur l'analyse de praticabilité. Un des

outils les plus prometteurs, à cette fin, était le microscope électronique à balayage (MEB) mais le CRC n'avait aucune expérience de cette technologie. Par conséquent, le docteur P. Thornton, qui était un expert en ce domaine à l'Université de Galles, et deux de ses étudiants se sont joints au personnel de l'Établissement des télécommunications des recherches pour la défense (devenu plus tard le CRC) et ont établi une installation d'analyse faisant usage du MEB acheté à l'Université de Galles. Conformément au plan d'origine, l'activité de cette installation est passée progressivement d'une analyse des appareils défectueux à une analyse des modes de panne des appareils et des techniques de fabrication qui menaient à ces modes de panne.

Concurremment à ces travaux d'analyse de praticabilité, le docteur Thornton et son équipe, augmentée alors de physiciens et d'ingénieurs du personnel du CRC, ont poursuivi la mise au point des MEB. Après que le docteur Thornton a quitté le CRC, la direction du groupe a été assumée par le docteur C.D. Cox. Une des réussites du groupe a été le mini-MEB auquel le groupe a essayé sans succès d'intéresser des fabricants canadiens. Vers la même époque, le groupe a reçu la visite de personnes venues de sociétés américaines, qui ont plus tard présenté sur le marché des MEB contenant les idées du CRC, avant que le produit SEMCO n'apparaisse sur le marché. A la suite des efforts infructueux à la recherche d'une société canadienne, on a demandé à la SCBEL de s'occuper du mini-MEB; une licence avait été demandée par une société américaine - Ultrascan. La SCBEL a accepté d'accorder la licence à Ultrascan, pourvu que les composantes mécaniques soient fabriquées au Canada. Ultrascan refusa la licence. Quelques mois plus tard, SCBEL a convenu qu'une licence serait accordée à une nouvelle société à être formée au Canada par le docteur Webb. Le docteur Webb avait acquis une expérience considérable comme entrepreneur aux États-Unis et il avait déjà oeuvré avec Ultrascan. A l'automne 1979, le docteur Webb, appuyé par le MDC et le MIC, grâce aux fonds du PATI, établit la SEMCO Instrument Company Limited.

La société Carl Zeiss Limited qui fabriquait des microscopes électroniques à transmission mais ne vendait pas de MEB, a évalué les conceptions du CRC, a offert d'acheter 49 P. 100 des parts de SEMCO, et a accepté d'assurer la commercialisation à l'échelle mondiale. SEMCO s'est engagée à livrer un instrument selon un cahier de charges spécifiques à Zeiss dans un délai de dix-huit mois. A l'origine, la société était

installée dans les locaux de Computing Devices of Canada, mais après quelques mois, elle aménageait dans ses propres locaux à Ottawa.

On s'est rendu compte qu'afin de pouvoir transférer efficacement la technologie à SEMCO, il fallait mettre quelques membres du personnel du CRC à la disposition de la société. Comme il était difficile de détacher des employés du gouvernement à l'industrie, puisque le programme Échange Canada n'existait pas à l'époque, on a adopté une suggestion de la SCBEL, selon laquelle le docteur D. Shaw et un autre membre du personnel du CRC serait détaché à la SCBEL, et que dans le cadre de l'entente qui accordait à SEMCO la licence pour le mini-MEB, ces deux membres du personnel du CRC iraient, sous contrat, chez SEMCO. SEMCO payait leur salaire, mais l'accord prévoyait qu'ils pourraient retourner au CRC à l'achèvement du transfert de technologie.

Après environ un an, on a déterminé que la conception des systèmes électroniques du mini-MEB NOVASCAN 30, malgré ces caractéristiques nouvelles, n'était pas propre à la production. Il fallait des capitaux supplémentaires, étant donné que Zeiss n'en assurait qu'une partie. Malgré tout, SEMCO a poursuivi la mise au point et, deux ans après le lancement, a livré le premier instrument à Zeiss. Cependant, en raison du rendement amélioré des instruments fabriqués par au moins une des sociétés qui avaient examiné plus tôt les travaux de mise au point du mini-MEB au CRC, Zeiss a déclaré que l'instrument SEMCO ne pouvait être commercialisé et SEMCO s'est vue obligée d'améliorer l'instrument et d'entreprendre la conception d'une gamme "d'accessoires" améliorant les possibilités de commercialisation l'instrument. À cette époque (1973), on a décidé d'augmenter les efforts de R&D chez SEMCO, et on a pris des dispositions selon lesquelles, dans le cadre du program PARI, le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) paierait les salaires de huit ingénieurs et chercheurs et garderait les droits des inventions, la SEMCO ayant les premiers droits d'exploitation. Ceci a permis à SEMCO de recruter les docteurs Shaw et Cox ainsi que d'autres membres du groupe Cox qui avaient participé à la conception du mini-MEB. (L'addition de SEMCO à la liste des sociétés ayant conclu des accords avec le gouvernement concernant le transfert des droits de pension a facilité le passage de ces employés de la fonction publique dans une entreprise privée.) Étant donné que SEMCO n'avait pas d'installations appropriées, le CNRC a assuré les ressources

essentielles de laboratoire, d'installations d'appui et de conseillers dans le cadre d'un programme qui, de fait, était le précurseur du programme Incubateur. En plus de la prestation par le CRC d'équipement de base pour l'usage du groupe au CNRC, SEMCO a reçu les contrats pour l'achèvement de la mise au point du mini-MEB emprunté au CRC et d'une présentation visuelle grand angle utilisée par le CRC dans ses travaux d'analyse de praticabilité.

Il est probable que toute société, et une nouvelle en particulier, qui met sur le marché les premiers modèles d'un nouveau développement technique, dans un domaine de technologie de point d'urgence aurait besoin de garder ses meilleurs experts techniques "en réserve" pour s'occuper des imperfections pratiquement inévitables. En 1976, SEMCO disposait de l'expertise nécessaire au sein du groupe du CNRC, mais ce groupe avait été établi dans le cadre du Programme d'aide à la recherche industrielle pour satisfaire aux besoins de recherche à plus long terme concernant les modèles futurs de MEB, et non pour s'occuper des problèmes découlant des imperfections des modèles de production. Malgré tout, SEMCO a progressivement surmonté les problèmes du NOVASCAN 30 et a mis au point, au CNRC, le prototype de l'instrument de deuxième génération - le NANOLAB 7 - qui a été présenté à Los Angeles en avril 1978. C'est à cette époque que la première période Incubateur SEMCO-CNRC de cinq ans s'est achevée, et que SEMCO a repris sa propre activité de commercialisation en Amérique du Nord. La deuxième période Incubateur a été plus brève; de plus, moins de membres du personnel de SEMCO ont été détachés au CNRC. Le sujet principal de développement était la source électronique à haute luminosité qui est maintenant utilisée dans la production SEMCO. La mise au point, de la troisième génération de MEB (NANOLAB 9) a été transférée aux locaux de la société dans le cadre d'un contrat PPIL signé en 1978, et est maintenant presque achevée. SEMCO construit maintenant un MEB de grande qualité et une gamme d'accessoires qui ont acquis une bonne réputation dans le monde entier pour la qualité et l'appui technique.

CONCLUSIONS

L'examen de cette histoire de cas, nous permet de noter plusieurs événements et attitudes qui ont facilité ou entravé le transfert de technologie:

- (a) la conception de base fournie par le docteur Thornton;
- (b) la publication prématurée des techniques;
- (c) l'encouragement offert par les cadres du CRC;
- (d) l'initiative du docteur Webb dans l'établissement d'une nouvelle société;
- (e) les initiatives et l'appui assurés par la SCBEL;
- (f) l'appui assuré par le MIC;

- (g) le fait que les membres du personnel du CRC ont été prêts à assumer des postes dans l'industrie, et l'accord touchant le transfert des droits de pension;
- (h) le fait que toutes les personnes concernées ont sous-estimé la difficulté de transformer une technologie de laboratoire en production industrielle, surtout au moment où la société récipiendaire était en cours de formation;
- (i) l'appui continu de CNRC par les programmes Incubateur et PPIL.

STATION TERRESTRE À COÛT RÉDUIT

INTRODUCTION

Un système de communication spatiale comporte non seulement le satellite dans l'espace, mais également les stations terrestres d'émission et de réception. Une station terrestre standard du système INTELSAT de communications internationales comporte une antenne d'un diamètre de 30 m. Le coût élevé d'une telle station est acceptable, en raison du nombre limité de stations nécessaires et de la forte densité de circulation pour chacune d'entre elles. Toutefois, les systèmes domestiques comportant un grand nombre de stations terrestres, dont chacune n'assure qu'une faible circulation, exige des stations terrestres à coût réduit pour minimiser le coût d'ensemble du système. Les mêmes considérations sont encore plus importantes dans les systèmes de diffusion par satellite, dans lesquels le nombre de stations terrestres peut atteindre plusieurs centaines de milliers, sinon des millions.

Historique

Au tout début des années 1970, le ministère des Communications et la National Aeronautics and Space Administration (NASA) ont conclu un accord en vue de mettre au point et de lancer le satellite de technologie des communications (connu plus tard sous le nom de HERMÈS). Une partie essentielle de cette proposition comprenait la mise au point d'un transpondeur de 200 watts dont la sortie serait rayonnée par des antennes à gain élevé et à faible ouverture de faisceau ($2,5^{\circ}$), pour assurer des services de diffusion expérimentaux. Pour que ce genre de service puisse passer au stade opérationnel, il fallait réduire autant que possible la taille et le coût des stations terrestres. Les stations terrestres acquises pour permettre l'exécution des expériences de communication au moyen d'HERMÈS étaient trop grandes et trop coûteuses pour être généralement acceptées par l'ensemble du public comme récepteurs de diffusion, et il est intéressant de remarquer qu'aucune des propositions originales concernant l'utilisation d'HERMÈS ne se limitait à la diffusion. Ce qui était requis était une station terrestre à coût véritablement réduit (STCR).

Au début des années 1970, Logan and Associates de Montréal a complété une étude pour la CRC. Cette

étude concluait que les réductions promises pour les prix des composantes SHF n'étaient pas justifiées, et que les prix des composantes ne baisseraient pas suffisamment pour permettre de mettre au point une LCET dans la gamme de prix de \$500 à \$1 000. Vers le milieu des années 1970, les amplificateurs à transistor à effet de champ et les mixeurs à coût réduit et faible perte de conversion sont arrivés sur le marché. Comme on se rendait compte que les problèmes de transmission à plusieurs cheminements étaient moins sérieux que l'on avait cru dans le passé, le Centre de recherche sur les communications et de fait le monde entier a conçu qu'il serait possible de produire des stations terrestres à prix suffisamment réduit.

Malgré qu'il fût d'abord prévu que le travail sur la STCR débiterait en 1974, son départ a été retardé par les exigences du développement de l'amplificateur TEC d'HERMÈS. Le travail initial a été effectué à l'intérieur du centre, avec une équipe composée de huit ou neuf personnes au maximum en vue d'atteindre une compréhension approfondie des problèmes impliqués, et aussi à l'Université du Manitoba, où, dans un contrat de huit mille dollars, on a exécuté des travaux sur la conception d'une alimentation scalaire de foyer primaire à 90°. En raison de ces travaux parallèles à l'Université du Manitoba, on a décidé de construire une antenne Cassegrain (diamètre de 4 pieds) au CRC. Ce modèle utilisait une conversion double et une IF élevée accordable - nouvelle idée pour les STCR, qui fut plus tard adoptée par SED Systems Ltd. (SED) et beaucoup d'autres dessinateurs. La conception de l'appareil intérieur (IDU) comportait une technologie circuits de communication conventionnels. Un contrat de \$4 000 a été accordé à Electrohome Ltd. pour une étude sur papier de la conception d'un IDU de STCR utilisant la technologie de production d'Electrohome. Electrohome apportait à cette tâche sa connaissance de la production à grande échelle d'appareils électroniques de consommation, mais le CRC devait fournir toutes les connaissances techniques nécessaires pour la conception de l'IDU. Un an plus tard, un contrat de \$10 000 a été accordé à Electrohome pour la fabrication de deux IDU accordables. Les deux contrats furent financés à partir des fonds de base du CRC. L'attribution d'un plus gros contrat au moment de l'étude sur papier aurait été préférable, mais on ne disposait pas alors des fonds nécessaires.

Entre temps, un deuxième appareil de démonstration a été construit au CRC. Abandonnant la conception de l'antenne Cassegrain, cet appareil avait des antennes de 4 pi. et 2 pi. avec une alimentation scaliare de haut rendement à foyer primaire à 90°, conçues en coopération avec l'Université du Manitoba, et susceptibles de production de masse en plastique. Cet appareil comportait un CIM tout-alumine dans le récepteur monté au foyer primaire, et un filtre à onde acoustique de surface (OAS) dans l'IDU. Un troisième appareil de démonstration avait un DIM tout-duroïde (qui est beaucoup moins coûteux que la version tout-alumine) et un nouvel oscillateur à compensation de température à bon prix, qui fait maintenant l'objet d'une demande de brevet.

Jusqu'en 1978, l'attention fût concentrée presque entièrement sur les problèmes de la qualité de réception de la diffusion. Mais cette année là, on s'est aperçu que pour la réception de diffusion directe au foyer, un signal de qualité bien inférieure était tout à fait acceptable. En conséquence, le CRC a lancé un appel de propositions pour les appareils extérieurs à prix réduits, et après une évaluation des propositions reçues, on a accordé un contrat de \$122,000 à SED pour la mise au point de deux "modèles de développement" d'appareils extérieurs, et un examen préliminaire des techniques de production en masse. Il est à remarquer que le succès de l'offre de SED pour ce contrat résultait largement d'un contrat accordé à SEC trois ans plus tôt lui permettant de s'établir comme fournisseur de composantes hyperfréquences pour les stations terrestres utilisées dans les systèmes de communication par satellite. Un deuxième contrat accordé à SED en 1979 (\$375,000) nécessitait des études sur le rendement du système, la planification d'une production pilote de 100 LCET et la fabrication et livraison de 100 LCET avec des antennes de 1,2 m. et 1,8 m. et des IDU Electrohome. (A la suite de ce contrat, SED a offert en 1979 de fournir des STCR en lots de 100 au coût de \$2 500 chaque). Electrohome devait fabriquer 25 appareils selon la conception d'origine et 75 appareils comportant une conception et un rendement amélioré. Un contrat supplémentaire inférieur (\$66 000) a été accordé à Electrohome, pour l'examen de nouvelles avenues d'amélioration et pour une étude du marché pour déterminer s'il était pratique pour Electrohome d'entrer sur le très grand marché prévu pour les STCR.

Malgré quelques difficultés techniques, une quantité énorme de technologie fût transférée à SED et Electrohome, mais il en faudra probablement davantage avant que l'une ou l'autre compagnie puisse saisir une portion appréciable du marché de consommation qui va probablement se développer. Néanmoins, le transfert de technologie déjà réalisé a permis à SED d'obtenir de contrats de fourniture d'environ cent stations terrestres de qualité supérieure.

Il faut remarquer que, même si l'information produite au CRC a été mise à la disposition de SED à la suite de l'obtention d'un contrat par cette compagnie dans une situation concurrentielle, et à la disposition d'Electrohome à la suite de contrats dirigés, la technologie produite au CRC a fréquemment été utilisée non seulement par des fabricants de STCR mais aussi par des fabricants de plus grosses stations terrestres de réception de télévision.

CONCLUSIONS

L'étude de cette histoire de cas permet d'identifier un certain nombre d'éléments concernant le transfert de technologie:

- (a) l'existence d'une entreprise qui avait auparavant reçu des fonds pour s'établir comme fournisseur de composantes hyperfréquences pour les stations terrestres de système de communication par satellite
- (b) la coopération avec un chercheur universitaire
- (c) l'importance des achats gouvernementaux pour renforcer le transfert de technologie
- (d) la disponibilité, plus tard dans le programme, de fonds destinés à faciliter le début du développement de sous-systèmes dans l'industrie
- (e) le problème de trouver des compagnies possédant à la fois le potentiel technique et les capacités de fabrication lorsqu'on prévoit une fabrication à grande échelle
- (f) la nécessité, dans les situations comme (e), d'interaction directe importante entre la compagnie et le CRC.

AMPLIFICATEUR À TRANSISTOR À EFFET DE CHAMP

INTRODUCTION

Un transistor à effet de champ (TEC) est un appareil à semi-conducteurs qui sert à l'amplification en hyperfréquences. Il est devenue disponible sur le marché au début des années 1970. La présente étude concerne la première utilisation d'un amplificateur à TEC dans un appareil spatial. Les appareils à TEC font maintenant l'objet d'un usage très répandu, non seulement dans les appareils spatiaux, mais également dans les stations terrestres des systèmes spatiaux.

Histoire

Vers le milieu de 1973, une entreprise américaine, s'est heurtée à des problèmes dans l'amplificateur à transfert d'électrons de 12 GHz, que la compagnie était en train de construire pour inclusion dans la charge utile du satellite de technologie des communications (plus tard nommé HERMÈS). On a demandé aux spécialistes en hyperfréquence du CRC d'étudier le problème, et ils ont conclu en accord avec le fabricant qu'une solution rapide de ces difficultés était improbable. Par conséquent, on a convenu d'utiliser un amplificateur à transistor à effet de champ. Aucune des compagnies américaines actives dans ce domaine n'était prête à garantir le rendement et l'échéancier, ni à accepter un contrat à prix fixe. Étant donné que le CRC disposait d'une base de technologie des microlames et d'une capacité CIM supérieures à celle qui existait ailleurs au Canada, un accord a été conclu entre RCA et le CRC en octobre 1973, selon lequel l'amplificateur serait construit par le CRC, avec une échéance d'achèvement de mai 1975. On a tenté d'intégrer aux travaux de développement des ingénieurs de RCA Limitée (maintenant SPAR Aérospace Limitée) qui fabriquait le transpondeur de l'appareil spatial.

Fairchild était le seul fournisseur d'appareils complets (le FMT 940) mais l'achat et l'essai d'un certain nombre de ceux-ci révéla clairement qu'à cette époque la compagnie ne pouvait pas mesurer le rendement adéquatement. Dans l'entre temps, on apprit que Plessey du Royaume-Uni était prête à fournir les appareils sous forme de microplaquettes. Des échantillons, produits à l'échelle du laboratoire plutôt qu'à l'échelle de production, ont été fournis par Plessey, et le CRC a conçu et fabriqué l'ensemble intégré.

Au CRC, les travaux continuaient en parallèle sur les amplificateurs utilisant l'appareil Fairchild et l'appareil Plessey. Puisque Fairchild fournissait un appareil tout prêt, les progrès de ce côté furent plus rapides, et le premier amplificateur opérationnel fut disponible en avril 1974. Toutefois, la structure de porte plus étroite utilisée par Plessey produisait un meilleur appareil, et, en dépit du fait que l'appareil n'ait pas été fourni sous forme complète, la conception de l'amplificateur progressait rapidement. En octobre 1974, le premier modèle d'étude incorporant un appareil Plessey a été suivi par un modèle de qualification incorporant un appareil Fairchild. Plus tard, le CRC a produit des amplificateurs d'étude, de qualification et de pré-vol utilisant des appareils Plessey et les mêmes amplificateurs avec des appareils Fairchild. Tout ce travail a été accompli en dix-huit mois, par une équipe de conception dont l'effectif maximum était de dix-neuf personnes, y compris deux ingénieurs de conception RF et trois techniciens, avec de bons services d'appui pour la conception de l'emballage et de l'alimentation et pour l'analyse de fiabilité. Cette équipe n'aurait pas atteint des résultats si remarquables si elle n'avait pas disposé d'un appui administratif complet et de l'aide du ministère des Approvisionnements et Services dans l'expédition des réquisitions.

HERMÈS emportait des amplificateurs TEC redondants, dont chacun utilisait soit l'appareil Plessey soit l'appareil Fairchild. Pendant sa vie spatiale de quatre ans, le satellite HERMÈS n'a utilisé que l'amplificateur TEC avec l'appareil Plessey, sans qu'il y ait eu d'anomalies dans le rendement.

Au cours de ce travail de développement, il n'y a eu aucun développement de technologie susceptible de licence ou de brevet au CRC - en général, les techniques de circuit ne peuvent faire l'objet de brevets - cependant il y a eu beaucoup d'innovations technologiques, par exemple l'utilisation du kovar pour la conception d'emballages capables de satisfaire aux exigences de température. Beaucoup fût appris sur la conception RF (y compris la conception de réseaux de polarisation papillon et de réseaux d'entrée à polarisation de condensation de filtrage avec dérivation RF) et sur les mécanismes de panne qui peuvent causer une dégradation de la fiabilité. Après que le chef du projet adjoint du satellite de technologie des communications, employé RCA qui avait été prêté au CRC et qui était convaincu de la valeur des amplificateurs TEC pour les applications spatiales

fût retourné chez RCA, le climat de transfert de technologie s'est amélioré de beaucoup. Toutes les connaissances acquises au CRC ont été mises à la disposition de RCA, et elle ont sans aucun doute contribué au succès de cette société dans la conception d'amplificateurs TEC pour le Satcom RCA (6/4 GHz) l'Anik B (6/4 GHz) et le TDRSS.

Une autre retombée s'est produite lorsqu'en 1975 un contrat a été accordé à SED Systems Ltd. (SED) pour lui permettre de s'établir comme fournisseur de composantes hyperfréquences pour les stations terrestres utilisées dans les systèmes de communications par satellite. En conséquence, SED a construit des amplificateurs à faible niveau de bruit à 4 et 12 GHz utilisant du TEC. Au cours de ce développement, des membres du personnel du CRC ont passé plusieurs semaines chez SED, et des ingénieurs et techniciens de SED ont rendu visite au CRC pour utiliser les connaissances acquises dans la conception des amplificateurs TEC pour HERMÈS.

Il est clair que le transfert de technologie qui s'est produit pendant et après le développement de l'amplificateur TEC n'a pas été réalisé au moyen d'un transfert d'information par licence, mais plutôt sous forme d'échanges répétées d'information entre ingénieurs au cours d'une période prolongée.

CONCLUSION

Dans l'examen de cette histoire de cas plusieurs événements et attitudes qui ont facilité ou entravé le transfert de technologie peuvent être identifiés;

- a) l'existence d'une équipe puissante à nombre restreint avec des installations de R&D excellentes au CRC.
- b) le développement rapide de la technologie, avec plein appui de l'administration, pour satisfaire à des contraintes temporelles.
- c) l'existence d'un instrument choisi après le passage des contrats du STC (HERMÈS).
- d) l'hésitation de l'instrument choisi à accepter au départ la valeur de cette technologie.
- e) la réceptivité de l'instrument choisi après le retour d'un employé supérieur prêté au CRC pour la durée du programme HERMÈS.

CODEC DELTA

Un Codec delta est la mise en oeuvre matérielle d'un système de codage et décodage numérique d'un signal analogique, ordinairement un signal vocal. La technologie considérée ici concerne une forme adaptative du système, par laquelle le signal analogique d'entrée fait l'objet d'un échantillonnage périodique, et des valeurs binaires ("binary bit") sont générées. Le niveau logique du "bit" varie selon que le signal échantillonné est supérieur ou inférieur au signal de l'échantillonnage précédent. Le décodage permettant la récupération du signal analogique s'obtient par le chargement et déchargement périodique d'un intégrateur à condensateur selon des pas variables prédéterminés.

Ce travail de développement a été lancé en 1969 lorsque le Centre de recherches sur les communications (CRC), qui était alors l'Etablissement télécommunications des recherches de la Défense, avait besoin d'un codec pour démontrer les propriétés des transmissions vocales numériques. À raison d'environ $\frac{1}{2}$ année-personne de travail étendu sur deux ans, on a construit le "High Information Delta Modulator (HIDM)", modulateur Delta à haute information. En 1970, on a considéré le choix des techniques de codage pour communications UHF par satellite. Le HIDM n'était pas approprié pour les transmissions vocales de haute qualité et, au cours de l'été 1970, on a mis au point un modulateur à compression - expansion numérique. En 1972, en raison de ses besoins pour un système de réseau à trafic léger dans le Nord, Télésat a discuté avec CRC des possibilités d'utilisation d'un système vocal numérique, et un cahier de charges a été produit. L'industrie canadienne n'offrait pas les capacités nécessaires et l'industrie américaine ne pouvait pas satisfaire au cahier de charges. Étant donné l'intérêt manifesté par Télésat, la Société canadienne pour les brevets et l'exploitation Ltée (SCBEL), à qui la suggestion du CRC avait été révélée, a envisagé de prendre des mesures de brevet, mais s'est refusée à agir à cause du faible espoir de profit financier. Les ingénieurs du CRC n'ont pas insisté, parce qu'ils croyaient que des systèmes améliorés se préparaient. Toutefois en janvier 1973, le CRC a publié une note technique décrivant les essais de rendement du Codec delta, vers la même époque, a fait des appels d'offres concurrentielles pour la conversion du circuit expérimental en un appareil destiné à la production, et pour la construction de deux appareils codec.

L'entreprise qui avait avancé l'offre gagnante, SED systems Ltd. (SED), a redessiné les circuits analogiques, tout en conservant les circuits numériques du CRC, et a produit deux appareils (CODEC MODÈLE 6090) avant le milieu de l'été. Environ 50 appareils ont été vendus à divers ministères, mais l'appareil ne se prêtait pas à une fabrication à grande échelle.

Dans ces premiers modèles, la boucle de retour du codeur, qui fournissait le signal à comparer avec le signal d'entrée, était réalisée sous forme analogique. En 1974, on a décidé d'envisager une réalisation entièrement numérique, et SED a reçu un contrat de \$30 000 pour l'étude des techniques de codage numérique. Au cours de ce contrat, il fût appris qu'un professeur de l'Université du Saskatchewan, le professeur D.E. Dodds, exécutait, aux termes d'une subvention de fonctionnement du CNR, des travaux pertinents au codec numérique, et il a reçu un petit contrat du CRC pour envisager l'application de certaines de ses idées. L'interaction entre le professeur Dodds, M.A.M. Sendyk de SED et M. Wohlberg, l'ingénieur du projet au CRC, a produit l'idée d'un Codec delta à Variation exponentielle de pente (EVSD). La réalisation numérique du Codec delta permet une performance que le Codec delta à variation continue de pente, pour un coût égal ou inférieur. Le EVSD codec est maintenant breveté aux États-Unis et il va être breveté au Canada.

À la suite du contrat d'étude chez SED, la GRC, qui avait besoin d'un codec numérique à faible coût et faible puissance pour systèmes de transmission vocale, a donné à SED un contrat de moins de \$20,000, pour la réalisation de cette conception avec intégration à grande échelle (LSI). L'appui technique a été assuré par le CRC. Une des quelques compagnies canadiennes capables de fabriquer les circuits intégrés nécessaires, Recherches Bell Northern, a reçu un contrat du CRC (d'environ \$80 000) en 1977, pour mettre au point les circuits intégrés nécessaires selon la conception SED. Ce développement ayant été réussi, le CRC se prépare maintenant à accorder un contrat de \$60 000 à Northern Telecom pour l'itération de la conception et la production d'environ 3 000 appareils codec, qui seront utilisés dans les équipements de communication du CRC. SED conserve les droits d'exploitation du codec dans les marchés extérieurs au gouvernement.

L'application principale du codec EVSD se présentera sans doute dans les communications mobiles pour les

usagers comme la police et les forces militaires, et dans les communications par satellite, en particulier dans l'amélioration des services de réseau à trafic léger de Télésat. Pour satisfaire aux besoins des communications par satellite, le CRC a étudié la mise en oeuvre d'un système en duplex total, et en 1979, il a accordé un contrat dirigé (\$30 000) à SED pour la conception d'une version LSI en duplex total de qualité téléphonique. Le CRC attend maintenant (décembre 1979) les réponses aux appels d'offres pour les circuits intégrés fondés sur la conception SED. SED sera le fournisseur unique pour produire les spécifications pour les circuits intégrés, gérer le contrat et évaluer les appareils. Dans la mesure où le développement des circuits intégrés démontre un progrès satisfaisant, le fabricant devra vendre les codecs LSI à SED, qui prévoit des besoins importants pour plusieurs années pour incorporation dans les appareils de communication fabriqués par SED. SED paiera les redevances à la SCBEL.

Le transfert à l'industrie de la technologie codec se poursuit depuis 1973. Selon les plans actuels, le CRC espère achever en 1981 le transfert de ses technologies dans ce domaine.

Conclusion

Les éléments suivants ont facilité le transfert des technologies:

- (a) les travaux de conception codec continus entrepris au CRC à l'appui d'un programme de R&D sur les communications par satellite;
- (b) les travaux parallèles à l'Université du Saskatchewan, sous subvention de fonctionnement CNR;
- (c) la capacité de transférer le matériel de laboratoire;
- (d) les besoins opérationnels de la GRC, et le financement de développement fourni par celle-ci.

SECTEUR DE LA RECHERCHE

HISTOIRES DE CAS

TÉLIDON

INTRODUCTION

La technologie Télidon permet aux usagers de récupérer de l'information à partir d'un nombre quelconque de banques de données branchées dans le système, ou éventuellement d'entrer en contact direct, terminal-à-terminal, avec un autre usager. Les composantes principales du système Télidon sont un appareil de télévision ou écran d'affichage légèrement modifié, le téléphone et/ou le câble, et un ordinateur. Le ministère fédéral des Communications a annoncé en août 1978 la mise au point d'une composante essentielle du système - un appareil inter-actif entre le système de communications et l'appareil de télévision - et a été en mesure de donner des démonstrations du système en laboratoire. Télidon permet à un usager d'employer son appareil de télévision domestique pour obtenir des renseignements sur n'importe quel sujet, des automobiles antiques à la zoologie. Par exemple, un usager peut téléphoner à une banque de données, et en pressant quelques boutons sur un clavier peut obtenir l'affichage de pages d'information sur son appareil de télévision modifié. L'information peut se présenter sous forme de texte et/ou de graphique, et elle peut être transmise à l'utilisateur par les lignes téléphoniques, un câble coaxial, des fibres optiques ou une diffusion aérienne pour affichage immédiat.

Un appareil d'interface spécial est fixé à l'appareil de télévision, et reçoit des instructions d'un ordinateur pour transformer ces signaux en textes et images qui apparaissent sur l'écran. Un clavier, réduit pour les usages domestiques ou complet (comme une machine à écrire) pour les usages d'affaires, peut être branché par câble à l'appareil ou fonctionner à distance.

Historique

Le travail dans ce domaine a démarré aux environs de 1969, par des activités de conception informatisée pour le programme spatial du CRC. Après le transfert du laboratoire du ministère de la Défense (ETRD) au ministère des Communications, l'accent a été mis sur les présentations graphiques interactives pour des fins de communications. De 1969 à 1973, un effort considérable a été consacré à la construction de matériels spéciaux et à la production des logiciels

nécessaires pour l'établissement d'une capacité de présentations graphiques interactives. Ceci a conduit au développement d'un langage de programmation graphique interactif, et par la suite aux instructions de description d'image. Ces dernières représentent un protocole efficace pour l'interaction de représentations graphiques d'un terminal d'ordinateur à un autre par des systèmes à transmission à bande étroite.

En septembre 1975, le CRC a pris connaissance de NORPAK Ltd. par des travaux que cette compagnie avait effectués pour ERDO. Le CRC a initié un contrat de 15 000 avec NORPAK pour le développement de composantes matérielles et logicielles pour des systèmes futurs d'affichage couleur interactifs fondés sur la technologie développée au CRC. En novembre de la même année, un contrat a été lancé avec NORPAK pour le développement ultérieur, en collaboration étroite avec le CRC, d'un système d'affichage couleur prototype, au coût total de \$19 000.

De 1974 à 1976, une relation de travail étroite s'est développée entre la section de guerre électronique de l'ERDO, NORPAK Ltd. et la section de communication d'image du CRC. A cette époque, le CRC a fourni de l'aide et des conseils à l'organisme premier nommé dans le Programme de recherches sur les communications militaires. Les exigences militaires pour de l'affichage de pointe ont contribué à donner un point focal à la recherche du CRC. Les jeux militaires du Collège Militaire Royal (RMC) ont offert la première application du concept d'espace visuel commun. Un petit système a été établi pour essayer certaines idées de communication graphique, les noeuds étant situés au CRC, à l'ERDO, au RMC et à l'Université du Manitoba.

Au même moment, le Programme de communication d'image a reçu l'approbation pour remplacer son ordinateur existant (PDP-9) et son système d'affichage existant (construit sur place) par un nouveau système. Le CRC avait été si impressionné par les capacités de NORPAK et les progrès réalisés sur le système de développement que le ministère des Communications décida de commander tout le système d'affichage d'ordinateur de NORPAK, au coût total de \$57 000, dont \$19 000 seulement représentait la composante d'affichage. Le reste, c'est-à-dire \$38 000, représentait le prix d'achat du système d'ordinateur PDP-11/40.

Le financement total assuré par le CRC à NORPAK en 1975 fut de \$91 000 dont \$72 000 seulement correspondait à un financement de développement.

En 1976/1977 les travaux étaient suffisamment avancés au CRC pour produire trois demandes de brevet:

- (i) Système de communication visuel interactif - février 1976;
- (ii) Appareil d'entrée sensible au toucher pour affichage graphique sur ordinateur - janvier 1977 (travaux commandités par le ministère de la Défense);
- (iii) Langage de programmation graphique interactif mars 1979.

En 1976, NORPAK Ltd. a demandé et obtenu une licence sur (i) et en juin 1976 NORPAK a soumis une proposition non sollicitée au ministère des Approvisionnements et services pour la mise au point d'un processeur graphique incrémental (Incremental Graphics Processor.) La proposition a été acceptée et le CRC, avec l'aide du CNR, a servi d'autorité scientifique. Le contrat avait une valeur de \$124 000 dont \$10 000 du CRC pendant l'année fiscale de 1976/1977 et \$5 000 pendant l'année fiscale 1977-78, le reste étant assuré par des fonds intermédiaires du MAS. Cette proposition a été acceptée par le Comité d'examen du MAS, étant donnée sa très grande force technique (entièrement numérique, commande par micro-ordinateur) et parce qu'elle représentait une nouvelle méthode d'approche pour la conception des systèmes d'affichage noir et blanc. Les fortes capacités techniques de NORPAK ont été de nouveau démontrées par le fait que la compagnie a achevé ce programme de développement de douze mois environ trois mois d'avance.

NORPAK a demandé et obtenu du ministère de l'Industrie et du Commerce une subvention PATI en juillet 1976 au montant de \$360 000, \$180 000 étant fourni par la compagnie. Ce financement devait servir à amener les produits développés en conjonction avec le CRC et le MAS à l'étape de la production. Ce projet était suffisamment productif, et le ministère de l'Industrie et du Commerce a prolongé le projet pour un autre six mois, selon le nouveau programme de traitement électronique des données. Puis, en août 1978, le MDC a annoncé sa version du système Vidéotex Canadien, appelé TÉLIDON, et il a lancé un programme de quatre

ans au montant de \$97 000 000. La pierre angulaire du programme était assurée par l'équipement développé et construit par NORPAK Ltd. selon la technologie du CRC.

Il est clair que le transfert de technologie qui s'est produit pendant et après le développement de TÉLIDON n'a pas été obtenu simplement par le transfert d'information par une licence, mais plutôt par des échanges d'information répétées et poursuivies entre les ingénieurs du CDC et de NORPAK au cours d'une longue période.

CONCLUSION

Dans l'examen de cette histoire de cas, on peut identifier plusieurs événements et attitudes qui ont facilité ou entravé le transfert de technologie:

- a) l'existence d'une petite équipe puissante, avec des installations R&D excellentes au CRC;
- b) l'existence d'une entreprise qui avait auparavant reçu des fonds pour s'établir, et qui était en mesure de poursuivre le développement de la technologie;
- c) l'importance des achats du gouvernement pour raffermir le transfert de technologie;
- d) les travaux de conception continus entrepris au CRC à l'appui du programme de R&D;
- e) la disponibilité, plus tard dans le processus de transfert, de fonds destinés au développement ultérieur du système TÉLIDON.
- f) la disponibilité d'un programme gouvernemental pour aider les compagnies de technologie avancée à poursuivre davantage le développement de la technologie;
- g) la nécessité d'interaction directe importante entre la compagnie et le CRC; et
- h) le développement accéléré de la technologie, avec l'appui complet des cadres.

COUPLEUR DE FIBRES OPTIQUES

INTRODUCTION

L'intérêt porté aux fibres optiques au CRC date d'environ 1970, époque à laquelle le groupe optique a pris conscience du fait que l'on était en train de produire des fibres de verre dont la pureté était telle qu'elles pouvaient transporter la lumière avec des pertes inférieures à 20 db/km. C'était la valeur considérée comme étant la seule d'utilisation pratique des fibres optiques dans les systèmes de communications. Le groupe d'optique commença sa considération des fibres optiques en se concentrant sur les caractéristiques de propagation des fibres et aussi en considérant les questions concernant le lancement et la réception du faisceau lumineux et les techniques de son couplage d'une fibre à l'autre.

Histoire

Un coupleur composé de deux effilements biconiques joints ensemble à l'époxy a été mis au point au CRC en 1976. Le rendement n'était pas considéré assez bon pour l'utilisation pratique et, malgré un rapport sur ce coupleur dans la littérature, ce travail est resté au sommeil pour un certain temps. Un examen ultérieur de la littérature a indiqué l'existence d'un deuxième type de coupleur, produit par deux scientifiques des États-Unis, dans lesquels deux fibres placées côte-à-côte étaient fondues pour produire une jonction de couplage. Le rendement de ce coupleur était également mauvais. Les scientifiques du CRC, sous la direction du docteur B.S. Kawasaki, découvrirent toutefois qu'il était possible de fabriquer un coupleur présentant un rendement sans pareil au moyen d'une combinaison de ces techniques et d'autres. Cette étude du Coupleur effilé biconique fondu fut publiée en mars 1977. Depuis, il y a eu plusieurs autres appareils nouveaux fondés sur la technologie de couplage du CRC qui accroissent considérablement sa gamme d'utilisation.

Dans le programme de recherche sur les communications militaires mené au CRC pour les besoins du MDN, certains travaux avaient déjà été effectués pour démontrer l'application des fibres optiques à bord des navires. Le MDN était intéressé aux fibres optiques pour remplacer les câblages conventionnels à bord de la frégate canadienne et d'autres navires futurs. Des appareils de couplage de bon rendement et à bon prix

seront requis pour constituer un "bus" de données efficaces. Il a été décidé que le MDN financerait un contrat avec l'industrie, selon le programme des communications militaires au CRC, pour mettre au point les versions commerciales de plusieurs appareils fondés sur la technique de couplage à effilement biconique.

Des représentants de Recherches Bell Northern (RBN) et Canada Wire and Cable (CWC) ont été invités au CRC pour voir le coupleur et observer des démonstrations de la technique.

CWC a gagné l'offre concernant un contrat de \$157 000 en 1977. (RBN n'a pas fait d'offre, mais fabrique des coupleurs qui font usage de la technologie du CRC). Pendant la durée de ce contrat, qui a été achevé avec succès en 1979, les scientifiques du CRC ont fréquemment donné conseil et aide au personnel de CWC, tant au CRC qu'à l'installation CWC. Canstar, une succursale de CWC, vend maintenant une famille d'appareils fondés sur ce coupleur au Canada et au États-Unis. Ces appareils devraient permettre la mise en place de réseaux locaux versatiles faisant usage de fibres optiques dans les applications de contrôle industriel, pour les réseaux de données et pour satisfaire à d'autres besoins d'inter-connexion de terminaux périphériques.

CONCLUSION

On peut identifier les éléments suivants qui ont facilité ou entravé le transfert de technologie:

- a) la continuité du personnel a été considérée comme importante, depuis l'invention jusqu'au transfert;
- b) des contacts fréquents entre les scientifiques du gouvernement et ceux de l'industrie furent considérés comme essentiels;
- c) les besoins opérationnels et le financement de développement du MDN ont été très précieux.

SYSTÈME DE DONNÉES PAR RADIO MOBILE

INTRODUCTION

Le Système de données par radio mobile (SDRM) est un système de communication de données sur ordinateur pour des unités mobiles utilisant des liaisons radio. L'utilisateur (qui fait partie d'un parc d'unités mobiles) peut faire rapport de sa position et de son état à une installation de contrôle centrale, et/ou demander à celle-ci des informations au moyen d'un terminal d'ordinateur conçu spécialement et situé dans l'unité mobile.

Historique

Vers la fin de 1972, monsieur W.L. Hatton, Directeur de R&D en Systèmes de communications a recommandé que le CRC entreprenne un projet fondé sur les recommandations du groupe d'étude des Communications informatiques. Ces recommandations comportaient l'idée que les laboratoires gouvernementaux devraient encourager des domaines choisis de la technologie des communications informatiques et les appliquer aux besoins canadiens par l'intermédiaire de l'industrie.

En combinant ces recommandations du groupe d'étude avec la politique "achat ou fabrication" et l'expertise des scientifiques du gouvernement, on a lancé le projet en effectuant plusieurs études pour déterminer les capacités de l'industrie électronique canadienne, les besoins des usagers et la situation du marché, les normes, ainsi que la portée et l'élaboration de la technologie en usage.

Une étude de marché exécutée sous contrat par Woods, Gordon & Co. a identifié les terminaux de données par radio mobile comme étant un des meilleurs domaines à attaquer. Ce choix était doublement approprié, étant donné que le mandat du ministère de gérer l'utilisation de spectre électromagnétique exige une connaissance intime des technologies de communications en voie de développement, et que le CRC disposait d'une grande expertise en communications radio.

Les objectifs principaux du projet de système de données par radio mobile qui en est résulté étaient:

- Encourager le développement et l'utilisation des systèmes de communications avancés avantageux pour

l'utilisation de liaison par radio mobile pour la transmission de données.

- Fournir des renseignements utiles dans la gestion du spectre radio et dans la mise au point de normes.
- Appuyer le développement de l'industrie canadienne des communications.

Les forces de police ont été identifiées comme étant les organismes de pointe dans l'application de cette nouvelle technologie, ainsi que ses usagers les plus avancés. Toutefois, les usagers principaux seraient probablement dans le secteur économique des transports - autobus, chemins de fer, taxis, etc. D'autres usagers possibles ont été identifiés: les compagnies de services publics, les ambulances et les services de pompiers, les compagnies de livraison, etc.

En octobre 1974, le NDC a pris contact avec la GRC qui a accepté une proposition de coopération dans un projet conjoint destiné à spécifier, concevoir et mettre au point un système modulaire de communication radio qui satisferait aux besoins principaux des forces de police canadiennes. L'expertise qui serait établie par la mise au point de ce système de communication de police servirait alors de base pour le développement dans l'industrie de systèmes de communications de données mobiles pour les usagers policiers et autres.

Le travail de conception et de développement pour un système de démonstration devait être effectué par l'industrie canadienne. Au début de 1975, l'industrie a été renseignée sur ce programme, qui comportait l'exigence que l'entrepreneur choisi devrait s'engager à entrer dans le secteur d'activité des Systèmes de données radio mobiles (MRDS). MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA) a gagné le contrat pour la phase I, consistant à développer un cahier de charges détaillé pour le système et des plans d'essai. Ce contrat a démontré qu'un MRDS appuyé par toutes les aides informatiques les plus récentes n'était pas à la portée des moyens ni des besoins de la plupart des forces de police, et par conséquent on a choisi un système plus petit pour la mise en oeuvre et l'installation pour l'essai. La force de police de Vancouver était intéressée. Un accord a été conclu entre le MDC, la GRC et la ville de Vancouver, dans lequel la ville acceptait de payer toutes les composantes de matériel d'un système opérationnel, les organismes fédéraux se chargeant de payer les travaux de mise au point.

Le travail de la Phase II a été divisé en deux contrats. La phase IIA (\$0.6M) avait pour but de produire un système opérationnel pour la police de Vancouver. Ce système, une fois terminé et essayé, serait disponible pour utilisation immédiate. La phase IIB (\$0.6M) avait pour but de produire un terminal et un système de consultation entièrement canadiens, conçus pour répondre aux besoins de la police et aux besoins du secteur des transports. Dans le cas de la police, ceci comportait la capacité d'avoir accès à la banque de données de la GRC à partir des véhicules de la GRC, et la capacité de transmettre des messages du quartier général aux forces de terrain.

En 1978, le MDA, en consultation avec les Ventures West Ltd. (qui appartient en partie à la Société canadienne de développement) et d'autres, a contribué à créer International Mobile Data Incorporated (IMDI). MDA a transféré la technologie et le personnel nécessaire à IMDI pour la production et la commercialisation du système. Ce nouveau système comporte un contrôleur à microprocesseur, les terminaux mobiles et le contrôleur de la station de base. IMDI est maintenant en train de commercialiser les systèmes. Sur la base du succès du système d'essai, la force de police de Vancouver achète un ensemble complet des nouveaux terminaux fabriqués au Canada pour son parc automobile. D'autres marchés potentiels sont diverses forces policières, y inclus certaines d'Allemagne et des États-Unis, ainsi que quelques applications autres que la police.

A l'achèvement réussi de la phase IIB (mise au point de l'équipement et du logiciel avancé) et avec l'établissement d'une compagnie canadienne consacrée à l'exploitation de cette technologie, on considère qu'un objectif principal du projet a été atteint.

CONCLUSION

On peut identifier les éléments suivants qui ont facilité ou entravé le transfert de technologie:

- a) l'existence d'une petite entreprise active recherchant une nouvelle gamme de produits commercialisables;
- b) la présence d'un gérant actif qui a guidé le projet au départ et a fait accepter aux cadres supérieurs l'idée d'une coopération gouvernement-industrie pour cette entreprise commune;

- c) les besoins opérationnels des forces policières et l'aide active de la GRC.

SYNCOMPEX

(Système de traitement vocal pour téléphone radio à compression et expansion synchronisée)

INTRODUCTION

Le "fading" dans les circuits de communications à haute-fréquence a toujours constitué un des inconvénients principaux des réseaux de communications radio HF. Le système britannique LINCOMPEX ("Link Compressor and Expander") a été mis au point pour contribuer à surmonter ce problème de "fading" en transmettant un signal local comprimé, dans lequel l'information d'amplitude vocale serait transportée sous forme de signal FM dans un canal de contrôle adjacent en fréquence, et servirait à reconstruire le signal à la réception. Le système fonctionnait bien, mais étant donnée sa conception analogique et l'exigence d'appareils de fréquence extrêmement stable, il était volumineux et coûteux. Malgré la recommandation du CCIR, il n'a été utilisé que pour les principaux circuits internationaux de radio téléphone. Les problèmes de "fading" subsistent pour les usagers moyens de la HF, dont certains, comme ceux du Nord du Canada, dépendent largement sur les communications HF, qui constituent leur seul lien avec l'extérieur.

Historique

En 1975, le Directeur de la Direction générale des Systèmes de Communications, monsieur L. Hatton, a attribué à S.M. Chow la tâche de concevoir un équivalent petit et peu coûteux du LINCOMPEX, au moyen de techniques numériques. Il en est résulté la conception SYNCOMPEX, qui, entre autres, numérise l'information transportée sur le canal de contrôle, et n'exige pas de source de fréquence extrêmement stable. On peut l'ajouter aux appareils radio déjà existants. Le potentiel de vente d'un tel appareil peut être vaste, incluant les pays du Tiers-monde, en plus des usagers canadiens dans les régions isolées du Nord.

Puisqu'il n'y avait pas à l'intérieur de la direction générale d'assistance technique permettant de construire et d'essayer cette conception, des discussions furent entreprises avec l'industrie. Ces discussions ont mené à une proposition non sollicitée de la compagnie Général Electric du Canada (GEC) en

août 1975, pour la production de trois modèles d'essai sur table. Un contrat de \$79,000 a été accordé en janvier 1976 et achevé en décembre. La GEC, qui ne dispose pas de mécanisme de commercialisation pour ces appareils, a décidé de ne pas poursuivre au-delà de l'étape de R&D.

Un appel de propositions a eu pour effet que Canadian Marconi a reçu un contrat de six mois d'un montant de \$49 000 pour essayer et évaluer l'appareil sur un réseau radio. Ce contrat a été achevé en août 1977. Les tests ont indiqué qu'il faudrait des travaux supplémentaires de conception pour le canal de contrôle dans le but de le rendre plus robuste lorsqu'il y a du "fading" sélectif.

Un nouveau contrat de \$91 000 a été accordé à Marconi pour effectuer une nouvelle conception du canal qui permettrait de surmonter les défauts observés. Ce contrat comportait une simulation sur ordinateur des systèmes de codage, et certains essais des portions numériques sur les ondes. Ce contrat s'est étendu de janvier 1978 à septembre 1978. L'intention était que Marconi devrait poursuivre, sous forme de contrat dirigé, la construction et l'essai de modèles fondés sur la nouvelle conception, pour en arriver à un prototype de pré-production.

Malheureusement, malgré le succès de la conception et des essais, et malgré que la compagnie était prête à poursuivre (s'attendant à avoir un produit commercialisable), les retards dans la négociation du contrat ont eu pour effet que Marconi s'est retirée des négociations et a dispersé l'équipe de conception en janvier 1979.

Des travaux intérieurs supplémentaires ont été exécutés à l'automne 1978 par l'ingénieur en charge avec l'aide d'un technicien. Le modèle de conception résultant a été ensuite transféré à Miller Communications Ltd., au terme d'un contrat de production de modèles d'essai de la conception syncompex. Ces modèles feront l'objet d'un examen complet sur liaisons HF réelles. Le MDN a apporté une contribution financière à ce dernier contrat, et participera aux essais avec l'intention peut-être d'utiliser ces appareils dans les forces canadiennes.

CONCLUSION

On peut identifier les éléments suivants qui ont facilité ou entravé le transfert de technologie:

- a) la pénurie d'aide technique et d'équipement internes, qui a obligé à prendre contact avec l'industrie plus tôt qu'il n'était souhaitable;
- b) le processus de contrat a été parfois trop lent pour l'industrie, ce qui a produit un manque de continuité du personnel industriel dans le processus de transfert; et
- c) les visites de l'ingénieur du CRC ont été considérées comme essentielles pour le succès restreint des deux premiers contrats industriels et s'avèrent extrêmement importantes pour la firme actuelle.

APPENDICE

PRINCIPAUX THÈMES DE DISCUSSION
AUPRÈS DES SCIENTIFIQUES ET DES GESTIONNAIRES DES
ÉQUIPES DE RECHERCHE DU MDC

ÉTUDE DE TRANSFERTS DE TECHNOLOGIE

On trouvera ci-dessous quelques suggestions de sujets de discussion supplémentaires pour l'examen des transferts de technologie réussis dans les histoires de cas choisies pour l'étude.

1. Environnement local

(a) Formation et expérience de l'équipe du CRC

- présence de chercheurs ou ingénieurs exceptionnels dans l'équipe
- domaines de formation
- expérience industrielle
- expérience préalable de transfert de technologie
- expérience de l'interaction à l'intérieur de l'établissement
- expérience de l'interaction avec des groupes extérieurs à l'établissement (université, industrie, autres)
- continuité du personnel.

(b) Politique de gestion

- appui des cadres supérieurs
- prise en considération des transferts de technologie dans l'évaluation du mérite et l'avancement professionnel
- flexibilité du contrôle des ressources (redistribution interne, contrats, voyages d'affaires, voyages de consultation)
- fourniture d'installations appropriées de R-D
- fourniture d'installations "nationales"
- contrats intérieurs (Recherche et développement dans les laboratoires du CRC au bénéfice de l'industrie et d'autres ministères)
- rôle de la Direction générale du développement industriel dans le ministère.

2. Politiques et procédures du gouvernement

- importance des acquisitions du gouvernement
- rôle de la SCBEL
- considérations "instrument choisi"/"maître d'oeuvre"
- rôle des procédures de contrat du MAS
- rôle des fonds spéciaux de développement industriel, par exemple PCI ou FCI

3. Mécanismes de transfert

- transfert de connaissances
- transfert de matériel
- transfert de personnel
- visites d'échange
- relations personnelles
- usage de contrats de développement ou recherche (concurrentiel, dirigé, spontané)
- importance des publications et des congrès et réunions nationaux et internationaux.

4. La Société

- propriété
- taille et prospérité
- capacité technique
- réceptivité
- capacité de commercialisation
- particularités de l'environnement industriel de la compagnie
- autres types de produits
- accroissement des coûts entre développement et prototype.

FACTEURS CONTRIBUANT AU TRANSFERT DE TECHNOLOGIE DES INNOVATIONS DU MDC À L'INDUSTRIE

INNOVATIONS/TECHNOLOGIES DU CRC

	SYNCOMPEX	SDRM	FIBRES OPTIQUES	TÉLIDON	MICROSCOPE ELECTRONIQUE	STATIONS TERRESTRES À COÛT RÉDUIT	AMPLIFICATION TEC	CODEX DELTA
I. ENVIRONNEMENT LOCAL								
(a) Formation et expérience de l'équipe du CRC								
- présence de chercheurs ou ingénieurs exceptionnels dans l'équipe	Important	Pas vraiment pertinent	Pas vraiment pertinent	Important	Important	Important	Important	Pas vraiment important
- domaines de formation	Ingénieurs	Ingénieurs	Cherch et Ing.	Ingénieurs	Ing. & Phys.	Ingénieurs	Ing. (Elect.)	Ingénieurs**
- expérience industrielle	Moyen	Très limité	Moyen	Très limité	Néant	Néant	Néant	Néant
- expérience préalable de transfert de technologie	Moyen	Limité	Limité	Limité	Néant	Limité	Néant	Néant
- expérience de l'interaction à l'intérieur de l'établissement	Moyen	Moyen	Néant	Limité	Moyen	Bon	Bon	Néant
- expérience de l'interaction avec des groupes extérieurs à l'établissement (université, industrie, autres)	U = Sans imp. I = Important	Sans imp. Important	Sans imp. Important	Imp. Limitée Important	Sans imp. Néant	Sans imp. Sans imp.	Imp. limitée Sans imp.	Très imp. Important
- continuité du personnel	Excellent/ Très imp.	Très bon Essentiel	Excellent/ Essentiel	Très bon/ Très ess.	Bon/ Très imp.	Bon/aurait pû être améliorée	Excellent/ crucial	Bon Nécessaire

(b) POLITIQUE DE GESTION

- appui des cadres supérieurs	Moyen (faible) financement de retard	Très bon	Excellent/ "Très encourageant"	Excellent "critique"	Moyen	Bon	Bon	Moyen (faible priorité de retard)
- prise en considération des transferts de technologie dans l'évaluation du mérite et l'avancement professionnel	Implicite	Explicite	Explicite	Oui pour Ing. Non pour cherch.	Implicite	Explicite	Explicite	Implicite
(b) - flexibilité du contrôle des ressources (redistribution interne, contrats, voyages d'affaires, voyages de consultation)	Adéquat	Très bon	Bon	Bon	Adéquat	Très bon "infini"	Bon	Adéquat

** Dans la plupart des transferts, surtout s'il y a transfert de matériel, l'appui des techniciens du CRC (atelier de modèles) est très important. Il a souvent pallié le manque d'expérience industrielle des membres.

INNOVATIONS/TECHNOLOGIES DU CRC

	SYNCOMPEX	SDRM	FIBRES OPTIQUES	TÉLIDON	MICROSCOPE ELECTRONIQUE	STATIONS TERRESTRES À COÛT REDUIT	AMPLIFICATEUR TEC	CODEX DELTA
- contrats intérieurs (Recherche et développement dans les laboratoires du CRC au bénéfice de l'industrie et d'autres ministères)	Oui (MDN)	Neant	Oui (MDN)	Oui (MDN)	N/A	Neant	Neant	Oui (GRC)
- rôle de la Direction générale du développement industriel dans le ministère	Sans imp.	N/A (projet à capitaux)	Limité	Sans imp.		N/A (financement FCI)	N/A (financement STC)	Limité

2. POLITIQUES ET PROCEDURES DU GOUVERNEMENT

- importance des acquisitions du gouvernement	Important (potentiel)	Imp. (si forcé de police incl.)	Important	Imp. (\$2-3m ventes pour NORPAK)	Important	Très imp.	Important	Important
- rôle de la SCBEL	Mineur	Encourageant	Satisfait	Vraiment nécessaire	Très imp.	Satisfaisant	N/A	Très utile
- considérations "instrument choisi"/"maître d'oeuvre"	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Oui	N/A
- rôle des procédures de contrat du MAS	Insatisf.	Satisf.	Satisf.	Satisf.	Sans imp.	N/A	Essentiel très encour.	Satisf. rôle crucial
- rôle des fonds spéciaux de développement industriel, par exemple FCI ou FCI	Neant	Neant	Neant	Neant (plus tard FCI)	Neant (PARI)	Essentiel (FCI)	Neant (STC)	Essentiel (GRC)
- pertinence des applications du ministère/gouvernement	Imp. (MDN MDT)	Important (police)	Important (MOC)	Important (MDN & autres)	Important (Scr. Com.)	Important (Sat. Com.)	Important (Sat. Com.)	Important (GRC)

3. MECANISMES DE TRANSFERT

- transfert de connaissances	Oui - imp	Oui - imp.	Oui- imp.	Oui-imp.	Oui-imp.	Oui-adéquat	Oui - imp.	Oui - second.
- transfert de matériel	Oui - peu	Neant	Neant	Oui-peu	Neant	Oui - surtout	Neant	Oui-surtout
- transfert de personnel	Neant	Neant	Neant	Oui-personnel chez NORPAK	Oui - surtout	Neant	Oui-second AP-SPAR	Neant
- visites d'échange	Crucial	Crucial - beaucoup de visites	Très imp.	Crucial	Très imp.	Important	Important	Important
- relations personnelles	Important	Crucial	Important	Très imp.	Très imp.	Important	Important	Nécessaire
- usage de contrats de développement ou recherche (concurrentiel, dirigé, spontané)	Oui C= D= NS=	Oui Oui Oui -	Oui Oui - -	Oui Oui Oui Oui	Oui - - -	Oui Oui Oui -	Neant N/A - -	Oui Oui Oui -

INNOVATIONS/TECHNOLOGIES DU CRC

	SYNCOMPEX	SDRM	FIBRES OPTIQUES	TÉLIDON	MICROSCOPE ELECTRONIQUE	STATIONS TERRESTRES À CÔÛT RÉDUIT	AMPLIFICA- TEUR TEC	CODEX DELTA
- importance des publications et des congrès et réunions nationaux et internationaux	Faible/Min.	Faible/Sans Sans imp.	Faible	Faible/Min.	Faible/ Sans imp.	Faible	Faible	Faible
- Mécanisme principal de transfert	Contrats de dév.	Contrats de dév.	Contrats de dév.	Contrats de dév.	Transfert personnel de via SCBEL	Contrats de dév.	Échange personnel & info	Contrats de dév.

