



Le Centre de Recherches
sur les **C**ommunications



1998 - 1999

Plan de R&D



Industrie
Canada Industry
Canada

Canada

Plan de recherche et de développement

Introduction	2
Technologie de l'accès à l'autoroute de l'information	2
Objectifs de recherche	3
Communications par satellite	4
Développement de la recherche et de la technologie	4
Gestion du programme principal de satcom	4
Bancs d'essai et applications	5
Résultats majeurs	5
Sciences de la radio	6
Propagation	6
Compatibilité électromagnétique	6
Antennes	7
Résultats majeurs	8
Communications terrestres sans fil	8
Communications multimédias à large bande	8
Systèmes militaires sans fil	8
Technologies de la radio	8
Microélectronique	9
Mise à l'essai et démonstrations	9
Résultats majeurs	9
Technologies des réseaux à large bande	9
Réseaux et applications	10
Optoélectronique et photonique	10
Résultats majeurs	11
Technologies de radiodiffusion	12
Diffusion radio numérique	12
Télévision numérique et systèmes vidéo	12
Diffusion de données et services interactifs	13
Résultats majeurs	13
Élaboration des applications et démonstrations	14
Résultats majeurs	14

Plan de recherche et de développement

Introduction

Depuis la fin des années 1940, le Centre de recherches sur les communications (CRC) est voué à la recherche fondamentale et appliquée en matière de communications et de technologies connexes. Au cours des cinquante dernières années, il a réalisé plusieurs découvertes d'importance dans les domaines des sciences et du génie, contribuant ainsi à la réputation acquise par le Canada à titre de leader mondial des communications sans fil et par satellite ainsi que des technologies de radiodiffusion.

En tant qu'institut d'Industrie Canada depuis 1993, le CRC maintient sa tradition d'excellence dans la gestion des questions techniques touchant le spectre de la radio, le déploiement des communications sans fil et des services de radiodiffusion, le développement des nouvelles technologies et des nouvelles connaissances afin de soutenir l'industrie canadienne. Le CRC est le principal centre de recherche et de développement (R-D) sur la technologie des communications exploité par le gouvernement du Canada. Grâce à son Banc d'essai de démonstration et d'applications à large bande (BADLAB) et à d'autres bancs d'essai connexes, le CRC demeure le leader du gouvernement du Canada pour la R-D touchant l'autoroute de l'information. Le CRC joue le rôle de facilitateur dans les travaux visant à « brancher » les Canadiens pour qu'ils puissent participer à l'économie à base de connaissances du XXI^e siècle.

Dans son dernier rapport intitulé *Préparer le Canada au monde numérique*, le Comité consultatif

sur l'autoroute de l'information recommandait que le Centre de recherches sur les communications «[...] concentre ses travaux et ses ressources de recherche sur les secteurs d'importance critique afin d'assurer le position concurrentielle du Canada dans le secteur de la haute technologie. Les secteurs notamment visés sont les suivants :

- les services novateurs du sans fil à large bande tels que les systèmes locaux de télécommunications multipoint (SLTM), la diffusion de la radio numérique et de la télévision numérique;
- la mise en fonctionnement des services multimédias, par satellite, dans les régions éloignées;
- les applications de la photonique en vue d'améliorer la capacité et la souplesse des réseaux;
- les composantes et les sous-systèmes destinés au matériel sans fil à large bande;
- la démonstration d'applications de concert avec des partenaires de la scène nationale et de la scène internationale.»

Pour continuer de renforcer sa position dans ces secteurs, le CRC a élaboré un plan qui embrasse ses propres compétences traditionnelles et qui s'ouvre sur les réalités de l'évolution rapide des communications sans fil et à large bande.

Technologie de l'accès à l'autoroute de l'information | Nouveau programme du CRC

Sensibilisé au fait que l'autoroute de l'information révolutionne notre façon de communiquer et de redéfinir l'économie de l'avenir dans le monde entier, le CRC lancera un nouveau programme intitulé *Technologie de l'accès à l'autoroute de l'information*. En vertu de ce programme, on aura recours

au fonds de réserve du président pour subventionner des projets dynamiques de R-D proposés par les unités de recherche des technologies du sans fil. Ces projets auraient pour objectif d'améliorer l'accès du Canada à l'autoroute de l'information.

Objectifs de recherche

Le principal secteur de préoccupation du CRC continuera d'être la R-D dans le domaine des communications sans fil. Les compétences fondamentales de cet institut dans les sciences de la radio, des communications par satellite, du sans fil terrestre, des technologies de la radiodiffusion et du réseautage créent un fondement solide d'expertise en communications sans fil. Il y a des rapports de plus en plus dynamiques entre les compétences approfondies du CRC et le secteur des réseaux à large bande, des démonstrations d'applications qui permettent de favoriser le développement de l'autoroute canadienne de l'information au cours de cette époque de changements accélérés de la technologie.

Quatre objectifs cruciaux ont été retenus pour les directions de recherche du CRC, au cours de l'exercice financier de 1998-1999. Les buts des projets particuliers se conforment aux grands objectifs qui suivent :

- **Acquérir de nouvelles connaissances et en assurer la diffusion pour préserver le rôle unique du CRC en tant qu'expert et conseiller averti auprès du gouvernement et de l'industrie canadienne.**

Les connaissances scientifiques et techniques sous-tendent plusieurs décisions importantes que doit prendre le gouvernement, comme la promulgation de politiques et de règlements nouveaux touchant les télécommunications, l'émission de licences pour des services novateurs, l'élaboration de normes et la mise en oeuvre de systèmes de communications dans l'intérêt du public : par exemple, les normes requises pour la défense nationale. En outre, la diffusion des connaissances du CRC dans le secteur industriel du Canada stimule la croissance de produits originaux et de nouveaux services. Le CRC participe également à de nombreux forums internationaux, là où l'expertise des spécialistes est critique pour l'avancement des intérêts du Canada.

- **Stimuler et soutenir les initiatives des clients du secteur privé en travaillant avec eux à réaliser des applications commerciales grâce aux tech-**

nologies, à l'expertise et aux moyens techniques conçus par le CRC.

Parmi les laboratoires du gouvernement fédéral, le CRC occupe le premier rang au titre du transfert des technologies. Les succès attribuables aux efforts spéciaux déployés par les équipes de recherche et l'unité de marketing (commercialisation) sont soutenus par une utilisation efficace de certains instruments tels les brevets, les licences, les ententes de partenariats et les programmes comme le Programme d'aide à la recherche industrielle du Conseil national de recherches du Canada. À la suite du succès obtenu par le Centre d'innovation — véritable incubateur pour les PME — après seulement trois ans d'existence, le CRC a décidé de doter ce centre d'une dimension, d'une portée et d'un profil plus importants. Le transfert de technologies aux entreprises, exigeant une utilisation de plus en plus grande des bancs d'essai, deviendra un élément intégral et essentiel du programme de recherche du CRC.

- **Favoriser les partenariats de recherche coopérative afin de rassembler les ressources, augmenter la portée du programme de recherche du CRC et faciliter l'accès aux connaissances de pointe.**

Le CRC continue de donner de l'expansion à son site web d'envergure régionale, nationale et internationale consacré à la R-D, en collaboration avec les universités, les centres d'excellence, les instituts de recherche et les organismes internationaux. De telles initiatives de collaboration ont produit des résultats très positifs par le passé. Pour le CRC, elles sont devenues essentielles dans les efforts qu'il fait pour récolter les meilleurs fruits possibles de ses investissements dans la voie rapide de la recherche sur les communications.

- **Mettre les Canadiens au défi d'explorer les possibilités offertes par les technologies novatrices de l'univers des communications et les aider à y parvenir.**

Le gouvernement s'est engagé à faire du Canada la nation la plus « branchée » du monde, afin de permettre à notre pays d'être concurrentiel dans

l'ère de l'information et tout au long du XXI^e siècle. La démonstration des technologies de communications d'avant-garde et le développement de nouvelles applications sont des fonctions primordiales du CRC. Cela tend à sensibiliser encore davantage l'industrie, le milieu universitaire et le grand public au potentiel de ces technologies.

Les renseignements qui suivent fournissent des détails sur les programmes et les activités des cinq directions de recherche : Communications par satellite, Sciences de la radio, Communications terrestres sans fil, Technologies des réseaux à large bande et Technologies de radiodiffusion.

Communications par satellite

Le CRC est le plus important centre d'expertise du gouvernement du Canada dans le secteur des communications par satellite. Il effectue des travaux de R-D de pointe pour déterminer l'évolution des réseaux de satellites de communications (satcom) de l'avenir. Le CRC favorise l'évolution de l'industrie grâce au transfert de technologie. Au nom de l'Agence spatiale canadienne, le CRC gère la mise en oeuvre de la composante satcom de l'actuel Plan spatial à long terme. Le Centre établit des contrats et possède l'expertise nécessaire pour gérer les questions techniques relatives à des ententes de développement industriel s'élevant à des millions de dollars. Il a également la responsabilité de coordonner la participation du gouvernement et du secteur industriel à l'élaboration du troisième Plan spatial à long terme — programme d'importance du gouvernement fédéral — qui doit être inauguré au début de 1999. Le CRC collabore également avec les utilisateurs et les fournisseurs de services de satellites en mettant au point des applications dans les secteurs de la télémédecine et du téléenseignement et en faisant par la suite la démonstration de ses découvertes.

Développement de la recherche et de la technologie

Les chercheurs scientifiques du domaine des satellites de communications mettent l'accent sur l'analyse et la conception des systèmes, le traitement des signaux de communications, les terminaux terrestres et les applications. Industrie Canada, le ministère de la Défense nationale, l'Agence spatiale canadienne et l'industrie canadienne sont les principaux clients du CRC. Les futurs réseaux de satellites à large bande vont fonctionner sur fréquences à bande Ka (20/30 GHz) et au-delà. Un des défis techniques consiste à inventer des systèmes soutenus par des ter-

minaux à prix raisonnables pour les utilisateurs et à assurer la performance des liaisons satellites à ces fréquences.

Le CRC est en train de mettre au point un certain nombre de technologies clés dans le secteur des terminaux, y inclus la modulation et la démodulation directes, de nouvelles conceptions de récepteurs ainsi que des sous-systèmes de terminaux terrestres transportables. Le CRC étudie présentement les moyens qui s'imposent pour améliorer la disponibilité des systèmes, diminuer les effets des atténuations dues à la pluie et déterminer les niveaux de brouillage entre les systèmes de satellites géostationnaires et les systèmes non géostationnaires.

Le but de la recherche dans le domaine de la conception des signaux de communications est de créer des schèmes robustes et efficaces de transmission dans des environnements de propagation difficiles pour les satellites mobiles et fixes, la voix, les données et les applications multimédias. Le leadership technique du CRC en matière de modulation, de codage, de synchronisation, de détection et de techniques d'accès multiple génère une importante somme de transferts de technologie et d'engagements contractuels.

Gestion du programme principal de satcom

Au nom de l'Agence spatiale canadienne, le CRC gère les principaux programmes de développement des communications par satellite, financés par le gouvernement fédéral. Cela inclut le Programme de télécommunications de pointe par satellite et le Programme de satellite mobile international de communications. Le CRC contribue de son leadership technique et de son expertise administrative à la gestion de ces projets com-

plexes de haute technologie. Cela inclut généralement une énorme participation d'un certain nombre d'entreprises de pointe de l'industrie spatiale canadienne. Le CRC veille à ce que le contribuable canadien profite au maximum des sommes investies par le gouvernement fédéral. L'expertise chevronnée du CRC dans le domaine de la gestion des satellites de communications au cours des ans s'explique du fait de la collaboration du secteur industriel, de ses propres recherches et de ses initiatives de développement.

Le Programme de télécommunications de pointe par satellite est un projet de 65 millions de dollars subventionné à 75 p. 100 par l'Agence spatiale canadienne et à 25 p. 100 par l'industrie canadienne. Son objectif est l'avancement de la technologie et des services de communications satellites multimédias et à large bande. Au cours des trois prochaines années, cinq contrats majeurs avec des entreprises canadiennes auront été achevés.

Le Programme de satellite mobile international de communications touche la technologie de la future génération des satellites de communications et l'industrie absorbe environ la moitié des coûts reliés à ce projet. Dix contrats sont présentement en voie de réalisation. On y verse un budget annuel d'environ 6 millions de dollars.

Bancs d'essai et applications

Le Programme d'applications des communications par satellite a pour but de mettre au point de nouvelles applications pour les technologies et les services de communications par satellite, en collaboration avec les futurs usagers ou les fournisseurs de services. Alors qu'en général les projets ont une longue durée de commercialisation et un nombre limité de clients, ils portent sur des services essentiels au public comme la télémédecine et le téléenseignement. Les projets engagent généralement les communautés nordiques, rurales ou éloignées. Ils exigent des taux élevés de données et autres éléments non disponibles dans le commerce. La plupart de ces projets sont associés à des services multimédias et demandent une étroite collaboration avec les fournisseurs de services de satellites domestiques et internationaux.

Avec le financement qu'il reçoit de l'Agence spatiale européenne (ASE), le CRC et ses partenaires ComDev, Spar Aerospace et Télésat Canada projettent de mettre de l'avant le laboratoire (banc d'essai) de satellite à large bande de l'ASE (BEST-LAB). Lorsqu'il aura dirigé la phase de la définition et de la conception, le CRC souhaite devenir l'entrepreneur principal de la soumission pour la seconde phase de ce projet de plusieurs millions de dollars. Durant cette phase, chaque partenaire disposera d'un noeud relié par satellite afin de mettre à l'essai et de développer les technologies et les applications des satellites de communications (satcom) à large bande.

Résultats majeurs

Les résultats majeurs qui suivent sont attendus au cours de l'exercice financier 1998-1999 :

- modulation, codage et technologies de réception transférés à l'industrie;
- soumission au Cabinet du Plan spatial à long terme, III;
- technologies de terminaux à bande Ka pour réaliser les démonstrations des concepts et les transferts à l'industrie;
- parachèvement de l'analyse des systèmes satcom pour Industrie Canada;
- développer des technologies pour l'exécution de services multimédias via satellite vers les terminaux mobiles;
- techniques de conception des signaux pour l'analyse du spectre RF et pour la surveillance requise par les clients militaires et ceux d'Industrie Canada;
- amélioration des technologies pour la transmission et la réception des signaux.

Le programme des sciences de la radio du CRC s'intéresse à l'étude et à la quantification des limites physiques de la fiabilité, de la qualité et de la performance des systèmes radio. Les spécialistes effectuent des travaux de R-D sur les effets de la propagation, les bruits et le brouillage, la compatibilité électromagnétique et la technologie des antennes. Le CRC est le seul établissement de recherche du Canada à avoir un programme exhaustif en matière d'interrelation des phénomènes dans ces domaines.

Ce programme exige une interaction profonde avec l'industrie canadienne, les universités et certains autres organismes nationaux ou internationaux. Les résultats de la recherche servent à fournir information et conseil à Industrie Canada et au secteur des radiocommunications afin de leur permettre de planifier, développer et mettre en fonctionnement les systèmes et les services de radio. En outre, les documents de principes et autres études rédigées à partir des travaux de recherche influencent les décisions touchant le spectre, décisions prises sur la scène internationale par l'Union internationale des télécommunications — Radio.

Propagation

La recherche sur la propagation s'effectue sur une large gamme de fréquences radio et de géométries reliées, utilisées pour plusieurs types de services de communications. Cette recherche exige l'étude des effets de l'ionosphère aux fréquences les plus basses, des effets d'encombrement aux plus hautes fréquences des effets troposphériques et de divers effets au sol à toutes les fréquences. La plupart des travaux visent le développement de meilleures techniques de gestion du spectre et de meilleures applications de conception de liaison. À une moindre échelle, on vise également une meilleure compréhension des médias et des mécanismes de propagation.

La demande croissante pour les communications sans fil exige l'exploration de moyens d'améliorer l'efficacité du spectre radio, de découvrir des techniques pour combattre les effets négatifs de la propagation et d'améliorer la fiabilité des systèmes. Le milieu industriel et le secteur militaire s'intéressent fortement à l'utilisation de larges

de bandes de transmission plus grandes que ce que l'on peut physiquement réaliser dans la gamme de 20 à 100 GHz, là où la propagation de l'information sur de nouvelles applications est rare. Du même coup, les nouveaux services sans fil comme la radiodiffusion numérique et les communications mobiles numériques (terrestres et satellites) exigent des connaissances sur la propagation radio et les modèles de canaux beaucoup plus détaillées et diversifiées que cela n'était le cas pour les systèmes analogiques.

Les expériences de propagation et de modélisation dans toutes les bandes, combinées aux recherches sur les nouvelles approches, comme l'impression de parcours du rayon, constituent d'importants aspects des travaux en cours. Particulièrement, les nouvelles méthodes sont très utilisées dans les recherches touchant les systèmes mobiles et les systèmes multipoint. Ce travail s'avère utile à l'analyse des techniques et des outils d'ingénierie qui peuvent servir à l'amélioration des capacités structurelles des systèmes de l'avenir.

Compatibilité électromagnétique

Comme le spectre est de plus en plus utilisé, augmentent la possibilité d'interférence entre les utilisateurs et le dysfonctionnement de l'équipement électronique à cause des champs électromagnétiques irradiés par toute une gamme de dispositifs. La recherche visant à permettre la prédiction de la radiation de champ rapproché et de champ éloigné provenant d'appareils de radio portatifs UHF et VHF comme les cellulaires et les téléphones SPC, se présente comme une perspective prioritaire. La mesure des champs électromagnétiques pour respecter les normes de sécurité de Santé Canada est d'une importance critique. En outre, on doit faire de la recherche pour déterminer les zones de tolérance des champs électromagnétiques pour le bon fonctionnement du matériel électronique.

Les mesures et la modélisation mathématique sont effectuées en vue de permettre une meilleure compréhension de l'effet des ondes électromagnétiques sur l'équipement dont on se sert dans les

applications relatives aux communications, aux finances, à la médecine et aux activités militaires. Ce type d'équipement se trouve de plus en plus assujéti au contrôle électronique. Il en résulte une sensibilité plus élevée aux champs électromagnétiques puissants. Pour fournir de la protection, les mécanismes de l'interférence doivent être compris et singularisés. De même, l'efficacité des techniques de blindage doit être évaluée.

Les nouveaux concepts et les nouvelles techniques de simulation comme l'application des automates au gaz laticifère sont soumis à des études novatrices. On travaille également au développement du sondage à rayonnement rapproché et à des antennes de recherche qui permettraient la cartographie automatique et instantanée des champs. Dans des domaines connexes, le CRC travaille en collaboration avec le ministère de la Défense à des travaux touchant le durcissement de l'électromagnétisme et l'utilisation de micro-ondes à haute puissance pour la neutralisation des mines terrestres. Outre la R-D, le CRC assure des services de consultation et des mesures de validation au nom de l'industrie canadienne.

Antennes

Les antennes comptent parmi les composantes essentielles de tous les systèmes de radiocommunications. Au CRC, les activités de R-D relatives aux antennes couvrent les travaux de matériel et de logiciel, les travaux de pointe, les technologies reliées aux réseaux d'antennes, aux antennes actives et passives visant les applications à large bande et sur bande à ondes millimétriques. Parmi les objectifs prioritaires de la recherche, retenons la haute performance, la modicité des prix, la compacité et l'intégration de l'antenne et de l'électronique. Mentionnons, par exemple, les réseaux d'antennes actives à large bande aux fins de communications personnelles via des liaisons terrestres ou satellites. Des améliorations sont apportées aux outils de simulation électromagnétique utilisés pour l'analyse des problèmes complexes touchant les antennes et les champs. On se sert de tels outils pour comprendre la performance et les caractéristiques de radiation des antennes et assurer la compatibilité voulue dans leurs milieux opérationnels.

Pour poursuivre ces travaux, le CRC s'est doté d'installations de pointe pour procéder à ses mises à l'essai. Les travaux de R-D se font à l'interne et avec la collaboration des universités et du secteur industriel. Le transfert de la technologie vers les entreprises demeure un objectif primordial. Ces travaux se réalisent en collaboration, grâce au transfert des connaissances, aux ententes de licences sur les prototypes et en assurant la formation des étudiants diplômés en vue d'emploi dans le secteur industriel. L'expertise de la conception technique et de la conception d'ingénierie est mise à la disposition du gouvernement et de l'industrie sur divers systèmes comme le SPC, les systèmes locaux de télécommunications multipoint (SLTM) et les communications par satellite EHF.

Résultats majeurs

Outre les rapports d'étapes et la fabrication des prototypes dans la plupart des domaines de la R-D, les résultats majeurs qui suivent sont attendus au cours de l'exercice financier 1998-1999 :

- de nouvelles données pour la planification et la conception de services commerciaux par satellite dans la bande 20/30 GHz et de services militaires par satellite dans la bande 20/44 GHz;
- une technique améliorée, universellement applicable et servant à prédire les distributions de l'atténuation atmosphérique sur les liaisons Terre-espace;
- l'entrée sur le marché d'un logiciel commercial inspiré du PREDICT du CRC, pour la conception d'un réseau SPC;
- un rapport sur les résultats des recherches effectuées sur les questions de propagation des SLTM;
- un rapport sur les caractéristiques de mesure et de prédiction des signaux irradiés de la radio cellulaire lorsqu'elle est utilisée par un opérateur humain;
- une technique améliorée pour la cartographie des champs électromagnétiques irradiés par les cartes de circuits imprimés;

- validation de la technique des automates de gaz laticifère pour analyser la radiation par structures géométriques complexes;
- conception de réseaux d'antennes réfléchissantes à gain élevé pour la fréquence

unique, la fréquence double et la polarisation double;

- conception d'antennes réseau à commande de phase à profil bas et d'antennes à résonateur diélectrique pour des applications à large bande.

Communications terrestres sans fil

Le programme de R-D du CRC dans le secteur des communications terrestres sans fil contribue à la compréhension et au développement des concepts et des technologies se rapportant aux systèmes de communications sans fil fixes, mobiles et personnels. Parmi les clients de ce programme, il faut mentionner le ministère de la Défense nationale, Industrie Canada, les fournisseurs de services sans fil et les manufacturiers canadiens. Ce programme s'ouvre sur un large éventail d'expertise : la conception des signaux de communications, la conceptualisation de nouveaux systèmes, la microélectronique à haute vitesse, le traitement de la voix et les antennes adaptatives.

Communications multimédias à large bande

Le CRC travaille présentement à de nouveaux concepts de communications fixes, sans fil et à large bande afin de satisfaire aux besoins futurs des clients en matière d'applications multimédias bidirectionnelles. Les spécialistes conçoivent et mettent présentement à l'essai de nouveaux concepts de prototypes, en mettant l'accent sur le haut taux de réutilisation du spectre et sur la largeur de bande sur demande. Les acquis intellectuels (propriété intellectuelle) ainsi que les connaissances internes du CRC serviront aux travaux de collaboration avec l'industrie et les universités. Il importe de faire progresser les technologies et de procéder à la démonstration des applications des réseaux sans fil à large bande, sur les bandes allant de quelques GHz à 10 GHz.

Systèmes militaires sans fil

Les militaires exigent des communications fiables, robustes, tactiques et omniprésentes, et le CRC solidifie ses relations avec le ministère de la Défense. La demande augmente pour une infor-

mation stratégique dans un environnement mobile de champ de bataille, ce qui exige des systèmes radio à large bande plus élevée afin de communiquer plus rapidement et plus efficacement les données requises. Le codage de la voix et les technologies du cryptage sont développés en vue de faire face aux besoins spéciaux des militaires et des civils qui requièrent des communications vocales sécuritaires et adéquates. L'approche à deux usages, adoptée par les militaires, signifie que la recherche effectuée par le CRC en ce domaine pourra être plus rapidement transmise au domaine civil.

Technologies de la radio

Soutenu par Industrie Canada et les fournisseurs de services sans fil, le CRC effectue des études sur l'identification et la détection des transmissions frauduleuses par de téléphone cellulaire.

On procède à la mise au point des technologies des antennes adaptatives. En se servant « d'antennes intelligentes », on peut accroître la capacité et améliorer la performance (taux moins élevé d'erreur binaire), particulièrement sur les réseaux mobiles. On fait des progrès en matière de diversité de la polarisation pour les systèmes militaires et civils de SPC.

Microélectronique

La demande pour le sans fil de pointe destiné aux transmetteurs et aux récepteurs « reconfigurables » se traduit par un besoin nouveau : des appareils et des modules intégrés de microélectronique conçus pour minimiser l'utilisation et les prix de l'énergie et diminuer la dimension des instruments. Pour réaliser des circuits intégrés de l'ordre des sous-systèmes ou des systèmes sur une puce ou un module à multipuces, il faut s'in-

téresser à la conception des circuits aux niveaux de l'appareil, de la cellule, de la macrocellule et du système. Parmi les sujets à étudier, mentionnons l'exploration et la mise au point de nouvelles technologies pour le sans fil à large bande : les composantes de semi-conducteurs comme l'arséniure de gallium ou le silicium-germanium destinés aux récepteurs à micro-ondes, aux transmetteurs, aux fonctions mixtes analogiques/numériques; l'ASIC à haute vitesse pour les systèmes à large bande et la technologie FPGA pour le traitement du signal parallèle à bande de base et à échelle élevée.

Mise à l'essai et démonstrations

Le laboratoire d'essai décentralisé de communications sans fil à large bande constitue un des éléments importants de la R-D effectuée au CRC. Le laboratoire est mis à la disposition du secteur industriel et sert à mettre à l'essai les nouvelles techniques, les nouvelles technologies et les nouvelles applications. On s'en sert également pour vérifier l'opérabilité entre les réseaux sans fil et les réseaux avec fil. Ce banc d'essai résulte de la fusion des installations courantes et des installations à venir.

Résultats majeurs

Les résultats majeurs qui suivent sont attendus au cours de l'exercice financier 1998-1999 :

- des composantes à haute fréquence et des circuits numériques à haute vitesse. Pour ces technologies, il s'agit de satisfaire à la demande des industries canadiennes qui s'intéressent au marché des SLTM et des réseaux sans fil à large

bande de l'avenir. Il faut également répondre aux exigences du ministère de la Défense nationale et du programme Satcom de pointe;

- de nouveaux concepts applicables aux réseaux sans fil à large bande pour les applications multimédias bidirectionnelles;
- les techniques d'analyse de la signature radio visant la surveillance du spectre, au nom d'Industrie Canada;
- le progrès des connaissances dans le domaine du traitement des signaux de communications. Contribution aux capacités et aux normes des communications militaires dans les bandes HF et VHF/UHF;
- techniques relatives aux antennes adaptatives pour les applications militaires et civiles, comme la radiogoniométrie et l'élimination du brouillage;
- les technologies des communications par la voix (p. ex. la cryptophonie et les systèmes audio) pour les applications à deux usages;
- expansion de la base de clients y compris les services sans fil sous octroi de licence et une collaboration accrue avec les manufacturiers et les universités;
- les technologies permettant les capacités à haut taux de données dans les bandes HF et VHF/UHF et SPC, en exploitant la diversité partout où cela est possible (fréquence, espace entre les antennes et polarisation des antennes).

Technologies des réseaux à large bande

Un des principaux défis auxquels font face les spécialistes de la mise en oeuvre d'un réseau omniprésent à large bande destiné à l'autoroute de l'information consiste en la nécessité de réaliser une interconnexion et une opérabilité entières entre les réseaux de communications qui existent déjà et les nouveaux réseaux. Le programme de technologies de réseaux à large bande du CRC met l'accent sur les questions majeures : opérabilité entre les services

avec fil et les services sans fil; sécurité et normes des réseaux; convergence des technologies de communications, de radiodiffusion et des ordinateurs. Un programme de recherche solide et complémentaire en optoélectronique et en photonique permet aux technologies d'accroître les possibilités et la versatilité du réseau. Les relations de travail étroites entre les directions et les divers laboratoires du CRC assurent des liaisons nationales et internationales

ainsi que la possibilité de faire la démonstration des réseaux de technologies de l'avenir.

Réseaux et applications

Le programme de recherche sur les systèmes de réseaux comporte un volet militaire et un volet civil. Le volet militaire vise la mise en oeuvre des nouvelles technologies de réseaux du ministère de la Défense nationale, l'intégration des ressources militaires de communications, la mise en fonctionnement de nouveaux réseaux ou de services améliorés, les conseils spécialisés et les prototypes essentiels à l'activité militaire.

Le volet civil vise l'évolution progressive de l'infrastructure du Canada, particulièrement la technologie de l'Internet, le réseautage de haute performance et les composantes d'interface de l'utilisateur. Dans son ensemble, les responsables du programme s'intéressent à l'harmonie entre les deux volets, insistent sur la collaboration avec l'industrie et les universités et s'occupent de l'orientation multinationale de certains projets. Sont inclus les systèmes à large bande et les systèmes à bande étroite.

À l'échelle internationale, reconnu pour son expertise dans le domaine de l'Internet, le CRC cumule un dossier remarquable de succès pour ses démonstrations de pointe remontant au début des années 1980. Par exemple, la première ligne internationale spécialisée de l'ARPAnet a été connectée au CRC, en 1983. C'était la première du Canada. De même la radio de Radio-Canada a été le premier radiodiffuseur national à placer une programmation régulière sur Internet, en 1993, après que le CRC eut participé à la mise à l'essai de validation de principe. Présentement, le CRC procède à l'exploration active de la prochaine génération des technologies y inclus le mode de transfert asynchrone (MTA), le « M-bone », la multidiffusion, les protocoles en temps réels et le CA*net II. Les activités de recherche incluent également les protocoles Internet pour la gestion du réseau, l'approvisionnement en matière de Qualité du Service, le routage du réseau, la conception de l'interface, les facteurs humains, les environnements virtuels interactifs et décentralisés, et le IPv6.

La participation aux initiatives d'envergure internationale a donné au CRC l'occasion de contribuer de façon substantielle au réseautage MTA, au réseautage multimédia, à la gestion de réseau, au routage, à l'approvisionnement en matière de Qualité du Service et au suivi des performances. De tels projets accroissent la réputation du CRC et permettent de concevoir et de mettre à l'essai des technologies de réseaux d'avant-garde. Ces activités internationales comprennent des projets comme les suivants :

- le projet d'interopérabilité des réseaux de communications (CSNI);
- le Démonstrateur de pointe de commande et de contrôle des opérations de recherche (ACCORD);
- Joint Warrior Interoperability Demonstration (JWID);
- National Host Testbed (EXPERT) (suisse);
- National Hosts Interconnection Experiments (NICE);
- Rapid Prototyping via Optimized Computer-Based Communication (SPOCK) (allemand);
- Multimedia European Research Conferencing Integration (MERCII).

Le CRC a également joué un rôle de premier plan dans les communications à haute vitesse en créant le Banc d'essai de démonstration et d'applications à large bande (BADLAB), connecté à l'OCRI net du Centre de recherches et d'innovation d'Ottawa — grâce au réseau national de mise à l'essai CA*net II — au reste du Canada, aux États-Unis et à l'Europe. Le CRC assurera la connectivité au CA*net II par le truchement d'un GigaPOP sur place. Il est également en train d'assurer la connexion (sur son propre campus) du CA*net II à son réseau informatisé.

Optoélectronique et photonique

Le programme de recherche en optoélectronique et en photonique du CRC permet de développer des composantes qui augmentent la capacité, la

versatilité et la performance des réseaux de fibres optiques à large bande. On met surtout l'accent sur les technologies qui soutiennent l'évolution des réseaux optiques à multidiffusion longueurs d'ondes, ceux-ci étant appelés à devenir une infrastructure essentielle au transport et à la commutation à large bande élevée. La capacité de la photonique à transmettre sur largeurs de bandes très importantes et de le faire de façon économique et dynamique sera une des causes fondamentales de l'évolution de la nouvelle technologie de réseau de base. Cela va faciliter les nouveaux types de services de réseaux.

Le Canada est l'un des principaux fournisseurs de matériel de communications. À ce titre, il est bien placé pour exploiter les progrès qui se font en optoélectronique et en photonique intégrées dans les produits et services des marchés mondiaux. Les programmes du CRC dans le secteur de la R-D axée sur la photonique intéressent les universités, les laboratoires gouvernementaux et une portion de plus en plus importante du secteur industriel. Le CRC réalise des travaux dans ce domaine depuis plus de vingt ans, cumulant un portefeuille considérable de propriété intellectuelle et se taillant une réputation internationale pour l'excellence de sa recherche et de ses transferts de technologies.

Le programme de recherche cible surtout les composantes qui améliorent la performance des réseaux : les multiplexeurs, les démultiplexeurs et les filtres de fibre optique, les composantes des réseaux de Bragg, les réseaux d'antennes au laser et les sous-ensembles de détection; les commutateurs optiques; les composantes servant de compensation pour la dispersion dans les fibres, les techniques à prix modique de programme-produit à base de guides d'ondes de polymère ou de verre.

Un des projets majeurs pour l'année qui vient sera la création d'un banc d'essai utilisant la technologie de multilongueurs d'ondes. Le banc d'essai sera relié aux installations satcom ainsi qu'au BADLAB et, par conséquent, on s'attend à ce que la synergie entre la recherche en photonique,

d'autres bancs d'essai du CRC et le programme des systèmes de réseaux augmentera de manière substantielle. Le CRC continue d'établir des partenariats de travail avec d'autres établissements qui possèdent des qualités complémentaires susceptibles d'enrichir la recherche en photonique au Canada ainsi qu'avec des organismes internationaux pour la conception et le marketing de produits de propriété intellectuelle.

Résultats majeurs

Les résultats majeurs qui suivent sont attendus au cours de l'exercice financier 1998-1999 :

- transfert du réseautage multimédia et de la technologie MTA aux réseaux d'entreprises canadiennes et aux forces alliées;
- outils de mesures de la performance des réseaux et méthodologies de gestion de la Qualité du Service;
- services Internet de pointe, sur mode interactif et en temps réel, et interface de l'utilisateur avec les systèmes multimédias;
- proposition au Forum MTA et au UIT pour mettre la priorité sur un niveau de connexion MTA et des normes de préemption;
- nouvelles composantes optoélectroniques et photoniques pour des réseaux à haute capacité et interfaces pour les systèmes sans fil;
- banc d'essai pour évaluer les technologies des composantes des réseaux optiques à multilongueurs d'ondes;
- installation GigaPOP au BADLAB du CRC, assurant la liaison avec le réseau de recherche CA*net II.

La R-D en matière de technologies de diffusion comprend la télévision vidéo et numérique de pointe, la diffusion radio numérique (DRN), les services de diffusion de données à transmettre sur canaux d'antennes terrestres, les satellites, le câble, les systèmes de distribution multipoint (SDM) et les systèmes locaux de télécommunications multipoint (SLTM). Les services utilisant des canaux d'antennes et certains canaux de satellite doivent être conçus pour réception mobile, portative et fixe. Les services qui recourent au satellite et au câble, aux SDM et aux SLTM doivent être à réception fixe. La compatibilité et l'opérabilité entre les divers systèmes de performance et leur intégration aux communications à large bande est un des objectifs importants de la recherche.

Le programme vient directement en aide au secteur de la radiodiffusion dans la mise en oeuvre des systèmes de radiodiffusion de pointe. Les spécialistes participent à des comités de normes, à des mises à l'essai sur le terrain et à des tests du matériel pour en valider le principe et en améliorer les structures. Ils assurent également le transfert de la technologie au secteur industriel pour l'élaboration de nouveaux produits et services. Ils accordent un soutien considérable à la Direction de génie du spectre du Ministère pour l'élaboration des attributions du spectre aux nouveaux services de diffusion et de radiodiffusion numérique.

Diffusion radio numérique

Quoique la technologie de première génération et les normes associées à la diffusion radio numérique (DRN) soient maintenant en état de fonctionner, il reste à effectuer un travail considérable sur les détails pratiques de la mise en oeuvre. L'idée de recourir à des répéteurs sur fréquence et à des appareils de remplissage pour fournir une couverture efficace de service doit être soumise à des démonstrations complètes à la suite d'essais sur le terrain. Il faut apporter des raffinements aux concepts et aux instruments de prédiction de la couverture.

Le champ d'essai de la DRN d'Ottawa est mis à la disposition des parties intéressées par l'industrie de la radiodiffusion. La responsabilité des mises à

l'essai relève du CRC qui fournira des données importantes pour aider l'industrie à inaugurer le nouveau service de DRN en 1998. On produira également des données de propagation plus empiriques pour améliorer les outils de prédiction conçus par le CRC et la Direction des sciences de la radio. Des travaux de recherche seront effectués sur les techniques de démodulation de pointe pour le Code orthogonal multiplex à division à fréquence, afin d'accroître les opérations des récepteurs de DRN à bande-L à des fins d'utilisation mobile à hautes vitesses.

Il faut procéder à de plus amples recherches dans les domaines du codage et de la compression audio pour la DRN en bande L afin de vérifier si les services de données de haute capacité peuvent être combinés à la transmission audio à compression plus élevée. Cela pourrait peut-être permettre aux radiodiffuseurs de livrer des produits d'information plus générateurs de revenus, outre les programmes audio généralement retransmis par la radio.

Télévision numérique et systèmes vidéo

Une norme pour la télévision numérique, basée sur la norme internationale ISO/IEC MPEG-2 a été retenue par le Canada et les États-Unis. Il faut recueillir de plus amples données de mesure avant de mettre au point le plan d'attribution du spectre et d'inaugurer le nouveau service avec une couverture fiable. Le CRC se prépare à effectuer des essais de champs d'antennes terrestres en collaboration avec les radiodiffuseurs des secteurs public et privé. Il faut pousser les études de compatibilité et de connectivité de divers médias d'exécution, y inclus les réseaux communs de porteurs. Le CRC et ses partenaires canadiens étudieront également la transmission et la performance de la télévision numérique sur les systèmes de distribution multipoint et les SLTM. Le flot de transport des programmes-produits MPEG-2 rend la transmission de la télévision numérique compatible aux réseaux à large bande. Et ainsi, il faut procéder à des études sur les effets du transport de la vidéo comprimée sur de tels réseaux.

Afin d'encourager l'amélioration des services vidéo ainsi que les services à venir de communications à large bande, il faut poursuivre la recherche en codage vidéo. La prochaine amélioration de la télévision se fera dans le domaine de la stéréoscopie (Télé 3D). Les chercheurs voudront apprendre à mieux comprendre divers aspects de la perception humaine, essentiels aux téléspectateurs. On effectuera de la recherche en collaboration avec l'INRS, la société IMAX du Canada et des laboratoires d'avant-garde du Japon et d'Europe.

Les chercheurs qui travaillent sur la compression vidéo et le codage vidéo à très bas taux binaire continueront de s'intéresser aux applications vidéo non diffusées telles les services multimédias sans fil sur canaux de transmission à largeur de bande étroite et sur Internet. La collaboration initiale avec les universités canadiennes et les établissements de haut savoir des autres pays est prévue et le transfert de la technologie au secteur industriel se fera dans les années à venir.

Diffusion de données et services interactifs

L'inauguration de la radio numérique et de la diffusion télévisée produira une nouvelle infrastructure possédant une capacité technique considérable pour l'exécution de services de données multimédias avec divers niveaux d'interactivité. Plusieurs questions exigent de la recherche : la caractérisation de l'environnement de transmission pour diverses fonctions ainsi que la définition et l'adoption de protocoles compatibles avec les autres options d'exécution du service. Il faut également tenir compte de la mise en oeuvre de la voie de retour afin de permettre l'interaction. Cela va demander de la recherche sur les exigences, les caractéristiques et l'attribution du spectre.

Résultats majeurs

Les résultats majeurs qui suivent sont attendus au cours de l'exercice financier 1998-1999 :

- effectuer, en collaboration avec le secteur industriel, des études approfondies dans les domaines de la propagation et des applications en se servant du banc d'essai de la DRN. Il

s'agit de satisfaire aux exigences d'Industrie Canada en matière de spectre.

- élaborer des techniques novatrices de démodulation de la DRN, raffiner les lignes directrices des systèmes et des composantes ou sous-systèmes;
- faire les expériences requises avec l'Internet et les multimédias interactifs sur les services dispensés aux utilisateurs mobiles;
- poursuivre les études, les expériences et les essais dans le domaine de la transmission de la télévision numérique par divers médias d'exécution (UHF, MTA, SLTM, etc.), déterminer leur efficacité et aider le Ministère à la planification du spectre;
- créer un logiciel novateur de simulation de couverture afin d'évaluer les nouveaux concepts de couverture de la diffusion et étudier les questions d'interférence;
- définir les paramètres d'un système pratique de télé 3D en effectuant des études psychovisuelles et des expériences stéréoscopiques du comportement de la perception chez les humains;
- étudier la vidéo à taux peu élevé de débit binaire et les algorithmes de compression du son, en collaboration avec les laboratoires internationaux et les organismes de normes (ISO MPEG-4) pour les systèmes de radiodiffusion et les services multimédias de la prochaine génération;
- procéder à l'évaluation subjective de la qualité vidéo et audio des sous-systèmes et concevoir des méthodes objectives de mesure de la perception.

Le CRC — cela fait partie de son programme de recherche — effectue un certain nombre de démonstrations pour ses cinq directions de recherche. Il entend ainsi stimuler l'intérêt pour les nouveaux concepts, les nouvelles technologies et les nouvelles techniques de communications. Les démonstrations constituent une excellente façon — souvent nécessaire — de faire valoir ses technologies et d'accroître la visibilité de son propre organisme. Ces démonstrations sont souvent reliées étroitement à des initiatives spécifiques de R-D du CRC. Elles engagent fréquemment des partenaires de l'extérieur.

Un des résultats majeurs de ces démonstrations est de voir les résultats des recherches du CRC utilisés par d'autres organismes de la communauté. Cela permet aux partenaires du secteur industriel d'évaluer les applications des nouvelles technologies de communications et de créer des occasions d'affaires en faveur des PME. Par exemple, la télémédecine et le téléenseignement- par satellite permettent de dispenser des services essentiels aux communautés éloignées. Travailler avec le milieu international à des essais d'applications solidifie la réputation du Canada en tant qu'intervenant d'avant-garde sur la scène des télécommunications.

Résultats majeurs

Les résultats majeurs qui suivent sont attendus au cours de l'exercice financier 1998-1999 :

- contribution à titre de partenaire au programme de réseau communautaire d'Ottawa

pour le développement d'applications de pointe;

- mise en oeuvre de classes virtuelles regroupant des écoles secondaires d'Ottawa, de l'ensemble du Canada et de la communauté internationale afin de faire valoir l'importance des communications à large bande pour l'éducation à distance;
- participation à la Conférence ministérielle de Singapour sur les télécommunications (APEC), pour faire valoir l'expertise du Canada en matière de télémédecine et de téléenseignement;
- assurer la connectivité sur large bande avec l'Europe de l'Est pour les applications en télésanté en partenariat avec l'Institut de cardiologie de l'Université d'Ottawa;
- être la vitrine technologique d'Industrie Canada et mettre en valeur « l'Internet à large bande » pour l'information du monde des affaires.