

# Évaluation de CANARIE

Préparé pour  
**CANARIE Inc.**

Par  
**Nordicité**  
et  
**Bytown Consulting**

24 juin 2011



# Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| Liste des abréviations.....  | iii       |
| Résumé .....   | v         |
| <b>1 Introduction.....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 But et portée de l'évaluation.....   | 1         |
| 1.2 Profil du programme .....  | 1         |
| 1.2.1 Objectifs de CANARIE .....   | 1         |
| 1.2.2 Réseau CANARIE .....   | 2         |
| 1.2.3 Programmes de CANARIE .....  | 2         |
| 1.2.4 Modèle logique.....  | 6         |
| 1.2.5 Financement des programmes .....   | 8         |
| 1.2.6 Centre d'exploitation du réseau de CANARIE .....                                     | 8         |
| 1.3 Méthode et principaux critères de l'évaluation .....                                   | 11        |
| 1.4 Méthodologie .....   | 11        |
| 1.4.1 Examen des documents et fichiers.....  | 11        |
| 1.4.2 Entrevues.....   | 12        |
| 1.4.3 Études de cas .....  | 13        |
| 1.4.4 Sondage.....   | 13        |
| 1.4.5 Organisations/réseaux homologues d'autres pays.....                                  | 14        |
| 1.4.6 Autres organisations de financement du gouvernement fédéral .....                    | 15        |
| 1.4.7 Comité directeur.....  | 15        |
| 1.5 Structure du rapport.....  | 15        |
| <b>2 Réalisation des résultats attendus.....</b>   | <b>16</b> |
| 2.1 Exploitation du réseau .....   | 16        |
| 2.1.1 Usage généralisé du réseau.....  | 16        |
| 2.1.2 Meilleur accès au réseau.....  | 19        |
| 2.2 Innovation technologique.....  | 23        |
| 2.2.1 Positionnement du Canada comme leader des réseaux de recherche.....                  | 24        |
| 2.2.2 Importance du soutien de CANARIE à la recherche concertée .....                      | 26        |
| 2.3 Forum des utilisateurs .....   | 30        |
| <b>3 Pertinence et besoin continu.....</b>   | <b>32</b> |
| 3.1 Pertinence .....   | 32        |
| 3.1.1 Création d'un environnement novateur de recherche et d'enseignement.                 | 32        |
| 3.1.2 Soutien de la recherche concertée à l'échelle nationale et internationale            | 34        |
| 3.1.3 Réduction des inégalités entre les établissements canadiens de R-E.....              | 36        |
| 3.1.4 Importance de CANARIE pour les établissements de R-E et pour les<br>chercheurs ..... | 37        |
| 3.2 Besoin .....   | 39        |
| 3.2.1 Besoin continu de CANARIE .....  | 39        |
| 3.2.2 Quels risques pourraient résulter de la perte de CANARIE? .....                      | 43        |
| <b>4 Alignement sur les priorités du gouvernement en S-T .....</b>                         | <b>46</b> |
| 4.1 Avantage du savoir .....   | 46        |
| 4.2 Avantage humain.....   | 48        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 4.3      | Avantage entrepreneurial.....                                      | 50         |
| <b>5</b> | <b>Preuves d'efficacité et d'économie .....</b>                    | <b>54</b>  |
| 5.1      | Financement pour atteindre les objectifs du programme.....         | 54         |
| 5.2      | Efficacité et économie dans l'exploitation du réseau .....         | 56         |
| 5.3      | Réalisation des programmes de soutien financier.....               | 60         |
| <b>6</b> | <b>Nouvelles orientations .....</b>                                | <b>62</b>  |
| 6.1      | Exploitation du réseau .....                                       | 62         |
| 6.1.1    | Rétablissement ou maintien de la position de leader .....          | 62         |
| 6.1.2    | Apport de l'informatique en nuage .....                            | 62         |
| 6.1.3    | Services de soutien de CANARIE .....                               | 63         |
| 6.2      | Appui à l'innovation technologique.....                            | 64         |
| 6.2.1    | Affermissement de l'avantage en recherche du Canada.....           | 64         |
| 6.2.2    | Accélération de la commercialisation .....                         | 64         |
| 6.2.3    | TI vertes .....  | 65         |
| 6.3      | Autres orientations.....   | 66         |
| 6.3.1    | Applications destinées aux médias culturels et de création .....   | 66         |
| 6.3.2    | Sciences sociales .....  | 67         |
| 6.3.3    | Bibliothèques .....  | 67         |
| <b>7</b> | <b>Conclusions .....</b>   | <b>69</b>  |
| 7.1      | Réalisation des résultats attendus .....                           | 69         |
| 7.2      | Pertinence et besoin continu.....                                  | 71         |
| 7.3      | Alignement sur les priorités du gouvernement .....                 | 72         |
| 7.4      | Preuves d'efficacité et d'économie.....                            | 73         |
| 7.5      | Enjeux pour l'avenir .....   | 74         |
|          | <b>Annexe A : Comité directeur .....</b>                           | <b>75</b>  |
|          | <b>Annexe B : Études de cas.....</b>                               | <b>76</b>  |
|          | <b>Annexe C : Questions de l'évaluation et des entrevues .....</b> | <b>92</b>  |
|          | <b>Annexe D : Liste des personnes interrogées.....</b>             | <b>97</b>  |
|          | <b>Annexe E : Documents de référence .....</b>                     | <b>100</b> |
|          | <b>Annexe F : Équipe d'évaluation .....</b>                        | <b>103</b> |

## Liste des abréviations

|              |   |
|--------------|---|
| AARNet       | Australia's Academic and Research Network   |
| ACARU        | Association canadienne d'administrateurs de recherche universitaire   |
| ACORN        | Atlantic Canada Organization of Research Networks   |
| ALS          | Advanced Light Source   |
| ATIR         | Accélérateur technologique pour l'innovation et la recherche  |
| CANARIE      | Réseau évolué de recherche et d'innovation du Canada  |
| CANARIE Inc. | Organisation à but non lucratif CANARIE   |
| CBRAIN       | Réseau canadien de recherche en imagerie cérébrale  |
| CDPIUC       | Conseil des dirigeants principaux de l'information des universités canadiennes  |
| CENIC        | Corporation for Education Network Initiatives in California   |
| CI           | Cyberinfrastructure   |
| CLS          | Canadian Light Source (Centre canadien de rayonnement synchrotron)  |
| CNA          | Centre national des arts  |
| CNRC         | Conseil national de recherches du Canada  |
| CRSNG        | Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie  |
| CSSDP        | Canadian Space Science Data Portal (Portail de données sur les sciences spatiales du Canada)  |
| DPI          | Dirigeant principal de l'information  |
| ÉTS          | École de technologie supérieure (Montréal)  |
| FCI          | Fondation canadienne pour l'innovation  |
| Gbit/s       | Gigabits par seconde  |
| GBRAIN       | Réseau mondial de recherche en imagerie cérébrale   |
| Go/s         | Gigaoctets par seconde  |
| GSN          | Réseau GreenStar  |
| HPC          | High Performance Computing (Calcul de haute performance)  |
| HSVO         | Health Services Virtual Organization (Organisation virtuelle de services de santé)  |
| IaaS         | Infrastructure as a Service (Infrastructure-service)  |
| IRSC         | Instituts de recherche en santé du Canada   |
| IRU          | Indefeasible Rights of Use (Droits d'utilisation indéfectibles)   |
| MRNet        | Manitoba Research Network (Réseau de recherche du Manitoba)   |
| NIST         | National Institute of Standards and Technology  |
| NOC          | Network Operations Centre (Centre d'exploitation du réseau)   |
| NORDUnet     | Collaboration internationale entre les réseaux NREN des pays scandinaves (comprenant Suède, Norvège, Danemark, Finlande et Islande) |
| NOSM         | Northern Ontario School of Medicine   |
| NREN         | National Research and Education Network (Réseau national de recherche et d'enseignement)  |
| ONE-ITS      | Online Network-Enabled Intelligent Transportation System (Systèmes de transport intelligents habilités par réseau)                  |

---

|         |  |
|---------|--|
| ORION   | Ontario's Research and Innovation Optical Network (Réseau optique de recherche et d'innovation de l'Ontario) |
| PARI    | Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC   |
| PEI     | Programme d'extension des infrastructures  |
| POP     | Point of presence (Point de présence)  |
| PPR     | Programme de plateformes sur réseau  |
| PUA     | Politique d'utilisation acceptable   |
| R-E     | Recherche et enseignement  |
| RIE     | Recherche, innovation et enseignement  |
| RISQ    | Réseau d'informations scientifiques du Québec  |
| ROADM   | Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer (Multiplexeur d'insertion-extraction optique reconfigurable)     |
| RORE    | Réseau optique régional évolué   |
| RPV     | Réseau privé virtuel   |
| SOA     | Service Oriented Architecture (Architecture orientée services)   |
| SRNet   | Saskatchewan Research Network (Réseau de recherche de la Saskatchewan)                                       |
| SURFNet | Réseau national de recherche et d'enseignement des Pays-Bas  |
| TIC     | Technologies de l'information et des communications  |
| UCLP    | User-Controlled Lightpaths (Logiciel de configuration de réseau IP par l'utilisateur)                        |
| VPR     | Vice-président à la recherche  |

## Résumé

Dans le cadre d'un accord de financement de cinq ans pour la période allant du 1<sup>er</sup> avril 2007 au 31 mars 2012, CANARIE Inc. a reçu d'Industrie Canada 120 millions de dollars pour exploiter le réseau à haute vitesse CANARIE et pour développer, démontrer et mettre en œuvre des technologies novatrices afin que ce réseau devienne une infrastructure essentielle en recherche de pointe. Pour respecter les obligations découlant de cet accord, CANARIE a confié à une équipe indépendante de consultants la présente étude d'évaluation. Le rapport qui suit a été rédigé par le Groupe Nordicity Ltée (GNL) et Bytown Consulting.

L'évaluation portait sur la période courante de l'exploitation du réseau CANARIE, soit de 2007 à 2012. Les principaux critères d'évaluation étaient les suivants :

- réalisation des résultats attendus,
- pertinence et besoin continu du réseau,
- alignement sur les priorités du gouvernement, et
- preuves d'efficacité et d'économie.

Pour chacun de ces critères d'évaluation, des questions spécifiques ont été formulées dans l'étude.

## Conclusion générale

Les deux objectifs de CANARIE, à savoir l'exploitation du réseau et l'appui à l'innovation technologique, ont été atteints en tant qu'initiatives complémentaires, pendant le mandat de 2007-2012 en cours. Selon la présente évaluation, CANARIE Inc. a fait les choix appropriés dans l'attribution des fonds, en se concentrant sur les besoins pertinents de la collectivité de recherche et d'enseignement, y compris le renforcement de l'infrastructure et les programmes de mise à niveau, et sur le financement de plateformes réseau qui favorisent la recherche de classe mondiale. CANARIE a respecté les limites de son budget et bien équilibré ses ressources entre l'exploitation du réseau et l'appui à l'innovation technologique. Bien que le mandat de CANARIE soit très vaste, le choix des divers projets et initiatives a été efficace pendant le mandat en cours et a tenu compte de la diversité des besoins, tels que définis dans les objectifs de l'organisation, tout en faisant preuve d'efficacité et d'économie dans la réalisation des projets.

## Conclusions – Réalisation des résultats attendus

**Usage généralisé du réseau** – Le rapport conclut que CANARIE a effectivement favorisé un usage généralisé du réseau. Le réseau est considéré par presque tous les chercheurs sondés et interrogés, de même que par d'autres utilisateurs, comme étant essentiel à leurs besoins. L'accès au réseau est généralisé parmi les chercheurs et enseignants, avec une concentration en sciences et technologie – l'usage étant moins important dans les autres domaines.

**Amélioration de l'accès au réseau** – Pendant le mandat en cours, CANARIE a lancé un certain nombre de programmes pour s'assurer que le réseau pourra absorber la croissance de la demande résultant du plus grand nombre d'utilisateurs. Selon l'analyse présentée dans ce rapport, CANARIE a effectivement amélioré le réseau pendant la période de 2007-2011, en exécutant des travaux de mise à niveau et d'extension dans l'ensemble du Canada.

**Position du Canada comme leader des réseaux de recherche** – Au cours des années, CANARIE s'est fait une réputation de leader et d'innovateur technologique au sein de la collectivité des réseaux nationaux de recherche et d'enseignement (NREN), tant sur le plan national que sur le plan international, en particulier dans les domaines de l'architecture réseau et des applications. Cependant, selon la plupart des personnes consultées pour cette étude, CANARIE a perdu du terrain sur le plan du leadership international – principalement parce que

les autres NREN ont rattrapé leur retard par rapport à CANARIE et ont mis en place leurs propres réseaux de pointe.

**Importance de CANARIE pour la recherche** – Il est certain que l'accès au réseau favorise la communication et la collaboration au niveau des chercheurs individuels, mais il faut ajouter qu'elle permet également de diffuser les résultats des recherches, d'échanger de très grands ensembles de données, de transmettre des programmes d'apprentissage, de reproduire des expériences, d'établir des conférences en ligne, d'organiser des comités techniques et de donner des ateliers et des séminaires d'enseignement par voie électronique. Comme l'utilisation de CANARIE crée sans cesse de nouveaux modes de collaboration, le réseau est devenu pour les chercheurs un élément essentiel pour compléter leurs travaux.

**Programmes TI vertes et PPR** – Pendant le mandat courant de CANARIE, les programmes TI vertes et PPR ont atteint, dans la mesure des ressources allouées, leurs objectifs de mettre en œuvre des technologies d'interface qui favorisent un usage flexible du réseau. Les applications que ces programmes prennent en charge démontrent clairement que le réseau et le logiciel connexe d'architecture orientée services sont aisément utilisables et peuvent être appliqués à un large éventail d'objectifs et de besoins des utilisateurs – tant sur le plan de la recherche que sur celui de l'enseignement. Dans la mesure où les projets spécifiques ont pu être financés, CANARIE a réussi à créer une vitrine pour l'innovation technologique et à appuyer les chercheurs, en leur fournissant des outils de communication de pointe qui favorisent une collaboration de très haut niveau au sein de la collectivité de recherche et d'enseignement (R-E).

## Conclusions – Pertinence et besoin continu

**Création d'un environnement novateur en recherche et enseignement** – L'évaluation conclut que CANARIE a effectivement favorisé un climat d'innovation en R-E pendant le mandat en cours, en fournissant un élément important de l'infrastructure numérique nécessaire pour créer un tel environnement. En se basant sur les indicateurs relatifs à la création d'un environnement novateur (notamment, permettre aux chercheurs de participer à des initiatives internationales et à des projets scientifiques nationaux, attirer et conserver du personnel hautement qualifié (PHQ)), l'évaluation conclut que CANARIE a été un outil efficace pour les chercheurs et enseignants des universités et collèges, de même que pour les centres de recherche et laboratoires des secteurs public et privé.

**Favoriser la recherche concertée à l'échelle nationale et internationale** – La recherche scientifique est essentielle pour l'innovation et la collaboration est un aspect important de la recherche. CANARIE est une plateforme qui favorise efficacement la collaboration en recherche, comme le démontrent les nombreux exemples cités dans la présente étude. Toutes les études de cas, réponses au sondage et entrevues fournissent de nombreux exemples d'activités de collaboration à l'échelle nationale et internationale, au sein de la collectivité des chercheurs et enseignants d'une part, et entre cette collectivité et le public et les établissements de recherche du secteur privé, d'autre part.

**Réduction des inégalités entre les établissements canadiens de R-E** – En collaboration avec les réseaux optiques régionaux évolués (RORE), CANARIE a effectivement permis à toutes les régions et tous les établissements du Canada d'accéder au réseau. Il existe bien des inégalités entre les établissements mais celles-ci ne résultent pas nécessairement d'un manque d'accès à un réseau fiable. Dans la mesure où il était possible de le faire, CANARIE est parvenue à réduire ces inégalités.

**Importance de CANARIE pour les établissements de R-E et pour les chercheurs** – Pour évaluer la pertinence de CANARIE comme infrastructure numérique essentielle en R-E, il est possible de déterminer dans quelle mesure le réseau renforce les capacités de recherche, aide les établissements à atteindre leurs objectifs en recherche, répond aux besoins des initiatives de collaboration qui font un usage intensif de données, et permet aux chercheurs de compléter leurs travaux. Pour tous ces indicateurs de pertinence, CANARIE a reçu de très hautes notes.

**Besoin continu de CANARIE** – Sur le plan de la nécessité, la collectivité des utilisateurs de R-E a presque unanimement prévu une croissance de ses besoins en matière de réseau à haute vitesse, grande largeur de bande et faible temps d'attente. En se basant sur la croissance du trafic au cours des cinq dernières années, on peut dire que l'usage du réseau va également s'intensifier. La connectivité par routes optiques est celle qui a connu la plus importante augmentation du trafic.

## Conclusions – Alignement sur les priorités du gouvernement

**Avantage du savoir** – Après examen des projets financés et des activités de CANARIE pour la période de 2007-2011, l'évaluation a conclu que l'appui de CANARIE à la recherche et au développement des sciences fondamentales et appliquées s'est concentré sur un certain nombre de disciplines dans tous les domaines considérés comme prioritaires par le gouvernement pour l'avantage du savoir. La distribution des projets financés par CANARIE est donc conforme aux priorités du gouvernement.

**Avantage humain** – La présente évaluation conclut que CANARIE joue un rôle essentiel dans la création au Canada d'un avantage humain. Sans les atouts que procurent au pays les services réseau et les programmes de CANARIE, il serait beaucoup plus difficile de recruter, de conserver et de former du personnel hautement qualifié.

**Avantage entrepreneurial** – Les programmes et le réseau de CANARIE ont eu des effets directs et indirects sur l'objectif prioritaire d'avantage entrepreneurial. CANARIE a notamment aidé les chercheurs à établir des partenariats avec l'industrie et vice-versa. Les projets de collaboration financés par CANARIE ont permis aux entreprises participantes d'augmenter leur capacité de recherche. De plus, CANARIE a appuyé les partenariats de recherche dans l'industrie afin d'accélérer la recherche et le développement dans les domaines qui dépendent des progrès en réseautique, comme ceux du programme TI vertes.

## Conclusions – Preuves d'efficacité et d'économie

**Financement pour atteindre les objectifs du programme** – Selon l'accord de financement de CANARIE par Industrie Canada, CANARIE doit réaliser son mandat « dans la mesure où ses ressources le permettent ». Cela signifie que CANARIE doit tenir compte des limites de son budget dans l'établissement des priorités et les décisions relatives à l'attribution des fonds. La présente évaluation conclut que CANARIE a fait des choix d'investissement judicieux pendant le mandat en cours, en se concentrant sur les besoins pertinents de la collectivité R-E – en particulier le renforcement de l'infrastructure réseau et les programmes de mise à niveau, et sur le financement de plateformes réseau qui favorisent la recherche de classe mondiale.

**Efficacité et économie dans l'exploitation du réseau** – CANARIE exploite son réseau et réalise ses programmes en partenariat avec les réseaux optiques régionaux évolués (RORE). Les fonds destinés à l'exploitation et aux programmes de CANARIE sont augmentés par des sources de financement provinciales, de même que par les frais d'utilisateur et les cotisations des membres. Le fonctionnement du système est basé sur une alliance de partage des coûts qui a fonctionné efficacement jusqu'ici. Cependant, le financement n'a pas été suffisant pour répondre à tous les besoins. Le présent rapport fait état de nouveaux débouchés et besoins de CANARIE qui ne font pas partie du mandat en cours et qui, s'ils étaient ajoutés au mandat, nécessiteraient certainement des fonds additionnels pour garantir le succès de leur mise en œuvre.

**Réalisation des programmes d'appui financier** – Les programmes de soutien à la R-D de CANARIE forment une base pour faire évoluer la technologie, financer l'innovation dans des projets étroitement associés au niveau d'exploitation du réseau, et créer des plateformes et applications flexibles dans le niveau supranréseau. Ces programmes constituent un investissement en développement technologique qui rend le réseau CANARIE plus aisément utilisable par la collectivité R-E. Le financement est principalement destiné à des outils et des logiciels d'interface, de même qu'à des plateformes et progiciels de virtualisation. La présente

évaluation conclut que, dans la réalisation de son mandat, CANARIE a respecté les limites de son budget et réalisé efficacement ses programmes, dans la mesure où elle disposait des ressources nécessaires.

# 1 Introduction

Dans le cadre d'un accord de financement de cinq ans pour la période allant du 1<sup>er</sup> avril 2007 au 31 mars 2012, CANARIE Inc. a reçu d'Industrie Canada 120 millions de dollars pour exploiter le réseau à haute vitesse CANARIE et pour développer, démontrer et mettre en œuvre des technologies novatrices afin que ce réseau devienne une infrastructure essentielle en recherche de pointe. Pour respecter les obligations résultant de cet accord, CANARIE a confié à une équipe indépendante de consultants la présente étude d'évaluation. Le rapport qui suit a été rédigé par le Groupe Nordicity Ltée (GNL) et Bytown Consulting.

## 1.1 But et portée de l'évaluation

L'évaluation avait pour but de mesurer le rendement général de CANARIE dans la réalisation des résultats spécifiés dans l'accord de financement, et de déterminer les possibilités d'amélioration et les nouvelles orientations que CANARIE devrait envisager.

La portée de l'étude est définie par les questions décrites dans le cadre de référence de l'évaluation, conformément aux exigences de politique du Secrétariat du Conseil du Trésor (SCT) concernant les évaluations de programme. L'évaluation se concentre sur les résultats, la pertinence et l'efficacité des programmes et des activités de CANARIE. La portée de l'évaluation est également définie par le mandat de cinq ans de CANARIE, soit la période allant de 2007 à 2012.

## 1.2 Profil du programme

### 1.2.1 Objectifs de CANARIE

Selon l'accord de financement de CANARIE par Industrie Canada, les deux principaux objectifs de CANARIE pour la période allant de 2007 à 2012 sont les suivants :

1. Exploitation du réseau : Continuer d'exploiter le [réseau CANARIE] en tant qu'infrastructure essentielle de recherche et, dans la mesure où les ressources le permettront :

- étendre les possibilités évoluées de réseau à l'ensemble de la collectivité de recherche et d'enseignement du Canada;
- augmenter la capacité du réseau pour suivre l'évolution de la demande;
- accroître l'accès au réseau et son utilisation par des organisations réelles et virtuelles, conformément à la politique d'utilisation acceptable (PUA) des réseaux; et
- améliorer la participation du Canada aux réseaux internationaux et aux collaborations axées sur les réseaux.

2. Innovation technologique : Élaborer, démontrer et mettre en œuvre une nouvelle génération de technologies pour faire de [CANARIE] un réseau de recherche de pointe et, dans la mesure où les ressources le permettront :

- développer des interfaces logicielles et des outils basés sur une architecture orientée services afin de faciliter un usage flexible des ressources du réseau;

- développer des interfaces logicielles, des applications et des outils basés sur une architecture orientée services afin de faciliter un usage flexible et intégré de l'équipement et des ressources réparties; et
- renforcer la position du Canada comme leader reconnu dans le développement et l'usage de réseaux de recherche évolués.

L'accord de financement exige également que CANARIE organise tous les ans un forum des utilisateurs pour faciliter la planification et discuter de la mise en œuvre des objectifs de l'organisation. Les participants à ce forum doivent refléter la collectivité de recherche du Canada et inclure des représentants des réseaux de recherche provinciaux, des universités, des collèges, de l'industrie et des établissements de recherche.

### 1.2.2 Réseau CANARIE

Le réseau national CANARIE est un réseau hybride à haute performance, muni d'un équipement de routage et de transmission optique de pointe, de même que de liaisons par satellite qui permettent à CANARIE d'offrir aussi bien des services traditionnels de réseau IP que des services réservés de routes optiques (connexions directes de bout en bout) pour les utilisateurs nécessitant une plus grande capacité.

Le réseau est composé de deux systèmes ROADM (Multiplexeur d'insertion-extraction optique reconfigurable) au Canada, soit un dans le corridor ouest (Victoria-Vancouver-Kamloops-Calgary) et un second dans le corridor est (Windsor-Toronto-Ottawa-Montréal), tous deux acquis par location à long terme de fibres optiques. Ces systèmes donnent à CANARIE la possibilité d'augmenter jusqu'à 100 Gbit/s les débits du réseau fédérateur dans les régions les plus densément peuplées du Canada, afin de suivre l'évolution de la demande.

Pour compléter les deux systèmes ROADM de CANARIE, une couche de réseau SONET connecte toutes les autres agglomérations majeures du Canada en utilisant une combinaison de longueurs d'onde appartenant à CANARIE, louées à des entreprises de télécommunications ou échangées avec des organisations qui partagent les mêmes idées. En ce moment, toutes les longueurs d'onde de ce réseau SONET sont des connexions point à point non protégées de 10 Gbit/s, qui aboutissent à des commutateurs de transport situés dans les points de présence (POP) du réseau CANARIE.

Enfin, un petit nombre de villes éloignées du nord de la Colombie-Britannique et du Nunavut sont connectées au réseau CANARIE au moyen de liaisons par satellite aboutissant à Vancouver ou Winnipeg. De plus, les systèmes ROADM des corridors ouest et est sont connectés aux autres pays par l'intermédiaire de liaisons optiques aboutissant directement à Seattle, Chicago, New York ou Boston, de même que par des connexions internationales qui transitent par St. John's pour aboutir aux pays scandinaves, à l'Islande et à l'Europe.

Pour parvenir à construire et exploiter un réseau de classe mondiale, CANARIE collabore étroitement avec des partenaires clés répartis dans l'ensemble du pays, comprenant les réseaux optiques régionaux évolués (RORE) et les exploitants bénévoles de réseaux universitaires.

### 1.2.3 Programmes de CANARIE

Les paragraphes qui suivent décrivent brièvement les différents programmes de CANARIE qui ont permis à l'organisation d'atteindre ses objectifs pour la période 2007-2012. Pour une description détaillée de ces programmes, nous conseillons au lecteur de consulter la documentation disponible sur le site Web de CANARIE, à l'adresse [www.canarie.ca](http://www.canarie.ca). Les renseignements financiers concernant ces programmes sont traités dans la section 1.2.5.

## **Programmes destinés aux RORE – Réseaux optiques régionaux évolués**

<http://www.canarie.ca/fr/programme-oran/ipv6/a-propos>

Les RORE sont les partenaires de CANARIE qui ont établi un réseau de recherche évolué dans les dix provinces et les deux territoires du Canada (pièce 1.1). CANARIE collabore étroitement avec ces partenaires pour fournir des possibilités de réseau évolué aux chercheurs canadiens. Les RORE connectent les utilisateurs (chercheurs) à l'intérieur d'une province ou d'un territoire, tandis que CANARIE connecte les groupes d'utilisateurs de chaque province à d'autres utilisateurs dans le pays et le reste du monde.

CANARIE a mis en place quatre programmes pour appuyer le financement des RORE, à savoir : (1) Programme d'infrastructure des RORE (PIR), (2) Programme de soutien des activités des RORE (PSAR), (3) Programme de communication des RORE (PCR) et (4) Programme IPv6 pour les RORE (R-IPv6).

(1) Programme d'infrastructure des RORE : À ce jour, il y a eu deux cycles de financement du PIR, désignés respectivement PIR-1 et PIR-2. Le but de ces deux cycles était de fournir des fonds de soutien aux RORE pour leur permettre de développer les possibilités de leur réseau de recherche. Dans ces deux cycles, la sélection des projets pour le financement s'est déroulée par voie de concours. Les RORE peuvent obtenir du financement pour étendre ou mettre à niveau leur infrastructure de réseau, accroître ou améliorer l'accès par les utilisateurs aux serveurs du réseau, et améliorer la connectivité internationale du réseau.

(2) Programme de soutien des activités des RORE : Ce programme a pour but de dispenser des fonds qui faciliteront l'embauche de nouveaux employés ou allégeront les frais d'exploitation des RORE, pour leur permettre de concourir davantage à la réalisation des objectifs de CANARIE, tels que définis dans l'accord de financement conclu avec Industrie Canada. Comme les besoins de soutien diffèrent parmi les RORE, certains choisissent de concentrer les ressources additionnelles dans des domaines principalement liés au mandat d'innovation technologique de CANARIE, tandis que d'autres préfèrent se concentrer sur le mandat d'exploitation du réseau CANARIE (c.-à-d. la connectivité).

(3) Programme de communication des RORE : Le but de ce programme est de dispenser des fonds pour financer des initiatives qui démontreront l'utilité des partenariats nationaux et régionaux dans la mise en place de réseaux évolués, dans les technologies de réseautique et dans les applications et services auxquels ces technologies sont destinées.

(4) Programme IPv6 pour les RORE : Le but de ce programme est de dispenser des fonds pour permettre aux RORE de réussir leur transition au protocole IPv6. Ce programme est accessible à tous les RORE du Canada mais il couvre exclusivement les dépenses directement liées à la transition au protocole IPv6. Les dépenses admissibles comprennent les coûts directs de main-d'œuvre des principaux entrepreneurs, les coûts directs de matériaux, les honoraires des sous-traitants et consultants, de même que les coûts liés à l'équipement spécial que nécessite le projet de transition, y compris les coûts d'accès au réseau local.

### **Pièce 1.1 : Partenaires RORE de CANARIE**

|   |   |
|---|---|
| 1. Atlantic Organization of Research Networks (ACORN-NL), Terre-Neuve-et-Labrador | 2. Atlantic Organization of Research Networks (ACORN-NS), Nouvelle-Écosse |
| 3. University of Prince Edward Island, Île du Prince Édouard                      | 4. University of New Brunswick, Nouveau-Brunswick                         |
| 5. Réseau d'informations scientifiques du Québec (RISQ), Québec                   | 6. Ontario Research and Innovation Optical Network (ORION), Ontario       |
| 7. Manitoba Research Network (MRNet), Manitoba                                    | 8. Saskatchewan Research Network (SRNet), Saskatchewan                    |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| 9. Cybera, Alberta       | 10. BCNET, Colombie-Britannique               |
| 11. Yukon College, Yukon | 12. Aurora College, Territoires du Nord-Ouest |

En plus de financer les RORE mentionnés ci-dessus, CANARIE Inc. s'occupe du réseau GigaPoP du gouvernement fédéral, qui connecte à CANARIE les établissements admissibles de recherche nationale du gouvernement, afin de faciliter les travaux de recherche exécutés par leurs organisations respectives.

#### **PPR – Programme de plateformes sur réseau**

(<http://www.canarie.ca/fr/programmes-reseau/plateformes-reseau/nep/projets>)

Le programme de plateformes sur réseau (PPR), qui est le programme phare de CANARIE, finance le développement d'outils et de logiciels qui aideront les chercheurs de nombreux domaines à exploiter pleinement et à partager la grande quantité de données scientifiques qui transitent sur le réseau CANARIE. Le PPR a financé de nombreux projets de recherche en TI dans l'ensemble du pays (voir plus haut la référence au site Web de CANARIE). Qu'il s'agisse de l'exploration du fond des mers ou des confins reculés de l'espace, les projets décrits sur le site Web de CANARIE mettent en relief les réalisations novatrices des chercheurs canadiens qui utilisent le réseau CANARIE.

Une plateforme sur réseau est un environnement comprenant les éléments suivants : le réseau de recherche; différentes infrastructures de recherche à la périphérie du réseau; et les services et outils qui rendent ces ressources utilisables par la collectivité répartie des collaborateurs. Bien que CANARIE ne finance pas généralement les données, les serveurs, les capteurs, l'équipement et les autres ressources liées au réseau, elle finance les outils et l'intergiciel qu'utilise la collectivité répartie pour les opérations connexes d'acquisition, stockage, manipulation, partage et analyse des données. Les réseaux réservés de routes optiques et les routeurs virtuels sont également des éléments très utilisés dans les plateformes sur réseau.

Le programme de plateformes sur réseau (PPR) se concentre spécialement sur les outils, l'architecture, les normes et les interfaces qui font partie intégrante de toute plateforme de recherche, car ces éléments découlent directement des objectifs définis dans l'accord de financement de CANARIE par Industrie Canada. Cependant, le programme s'intéresse indirectement à la formation de la collectivité répartie des utilisateurs qui construisent la plateforme sur réseau, en particulier au développement de l'architecture qui facilite la collaboration des utilisateurs.

#### **Programme TI vertes** ([www.canarie.ca/fr/programme-vert/pilote/a-propos](http://www.canarie.ca/fr/programme-vert/pilote/a-propos))

Ce programme de CANARIE a financé quatre projets novateurs qui avaient pour but de réduire l'empreinte de carbone des TIC et de mesurer l'impact des TIC et de la cyberinfrastructure sur la consommation d'électricité dans les universités.

Le réseau GreenStar, alliance des principales entreprises TI du Canada, des universités et de partenaires internationaux sous la direction de l'École de technologie supérieure (ÉTS) du Québec à Montréal, a hérité de la part du lion. En effet, CANARIE a octroyé à GreenStar 2 millions de dollars pour mettre sur pied le premier réseau Internet au monde dont les nœuds seront entièrement alimentés par l'énergie éolienne et solaire, tout en garantissant aux utilisateurs la même fiabilité que le réseau Internet actuel. Ce projet débouchera vraisemblablement sur un élargissement du marché des TI vertes, et fera du Canada un chef de file dans ce domaine.

Voici une liste partielle des autres bénéficiaires du programme TI vertes de CANARIE :

- Un projet commun entre l'Université McGill et l'University of California at San Diego, pour la conception d'un centre de données ultra-efficace, destiné aux applications de calcul de haute performance. (Financement : 163 000 \$)
- Une étude menée par l'Institut international du développement durable, situé à Winnipeg, pour évaluer le dossier commercial et déterminer les avantages écologiques qui pourraient découler d'une utilisation par les universités canadiennes du réseau à ultra haute vitesse CANARIE pour exécuter leurs opérations TI à partir de centres de données distants ne produisant aucune émission de carbone. (Financement : 100 000 \$)
- Un projet du Center for Sustainability and Social Innovation de la Sauder School of Business de l'University of British Columbia pour élaborer un dossier commercial démontrant comment les crédits de carbone pourraient financer la relocalisation des centres de calcul et comment les universités pourraient bénéficier de cette relocalisation. (Financement : 119 000 \$)

### **PEI – Programme d'extension des infrastructures**

([www.canarie.ca/fr/programme-extension/contractant](http://www.canarie.ca/fr/programme-extension/contractant))

Ce programme a pour but de favoriser la création d'extensions du réseau CANARIE en vue d'intensifier ou d'accélérer la recherche, de faciliter la coopération nationale et internationale, d'autoriser un meilleur accès au savoir et de concourir au développement de la cyberinfrastructure et de la cyberscience au Canada. Plus précisément, le programme sert à financer le raccordement au réseau de laboratoires gouvernementaux, d'établissements d'enseignement et d'autres installations. Les projets admissibles au PEI comprennent les nouvelles connexions au réseau fédérateur d'établissements ou de groupes de recherche qui résident sur les campus universitaires, à partir de sites d'organisations de recherche provinciales ou du secteur privé qui ont besoin d'être correctement raccordés au réseau CANARIE mais qui ne peuvent le faire actuellement en passant par leur RORE. Depuis 2007 jusqu'à ce jour (mai 2011), le PEI a effectué cinq cycles de demandes de proposition, qui ont permis au total de raccorder au réseau fédérateur 64 établissements répartis dans l'ensemble du pays, au coût de 14,4 millions de dollars pour CANARIE.

### **Programme des routes optiques** (<http://www.canarie.ca/fr/lightpaths/a-propos>)

Le programme des routes optiques est un programme permanent qui permet aux chercheurs de demander et d'obtenir des ressources spécialisées de l'infrastructure du réseau CANARIE pour construire leur propre réseau contrôlé par l'utilisateur. Une route optique contrôlée par l'utilisateur (UCLP) est un canal de communication réservé à grande largeur de bande, un circuit virtuel ou la concaténation d'un certain nombre de tronçons pour former une voie optique de bout en bout, fournissant une grande largeur de bande sur de grandes distances géographiques.

Les utilisateurs potentiels des routes optiques comprennent tous ceux qui recherchent des caractéristiques supérieures de temps d'attente et de jigue, une largeur de bande réservée et/ou une plus grande sécurité que celle offerte par les connexions des réseaux traditionnels. Règle générale, toute personne peut demander une route optique pour effectuer des recherches ou des démonstrations, pour diversifier les routes menant à certaines organisations et/ou pour créer des réseaux privés articulés (RPA). Un RPA est un réseau privé qui fonctionne par-dessus une ou plusieurs sous-couches regroupant différents domaines de propriété. Les couches du RPA permettent aux utilisateurs de créer des liaisons personnalisées de réseau multi-domaine entre des ordinateurs, des routes réelles et virtuelles et/ou des nœuds de commutation.

### **ATIR – Accélérateur technologique pour l’innovation et la recherche**

(<http://www.canarie.ca/fr/programme-atir/a-propos>)

Le programme ATIR est un nouveau programme qui a été annoncé le 16 décembre 2010. En raison de son inclusion très récente dans les programmes de CANARIE, il est trop tôt pour évaluer son rendement et déterminer s’il a bien atteint les résultats attendus. Cependant, on peut dire immédiatement que le but du programme est conforme aux objectifs de CANARIE, qui sont la gestion et l’exploitation efficace du réseau et la création de possibilités d’innovation technologique. En effet, ce programme a pour but de développer, démontrer et mettre en œuvre des technologies de nouvelle génération afin de confirmer la position de CANARIE comme réseau de recherche de pointe.

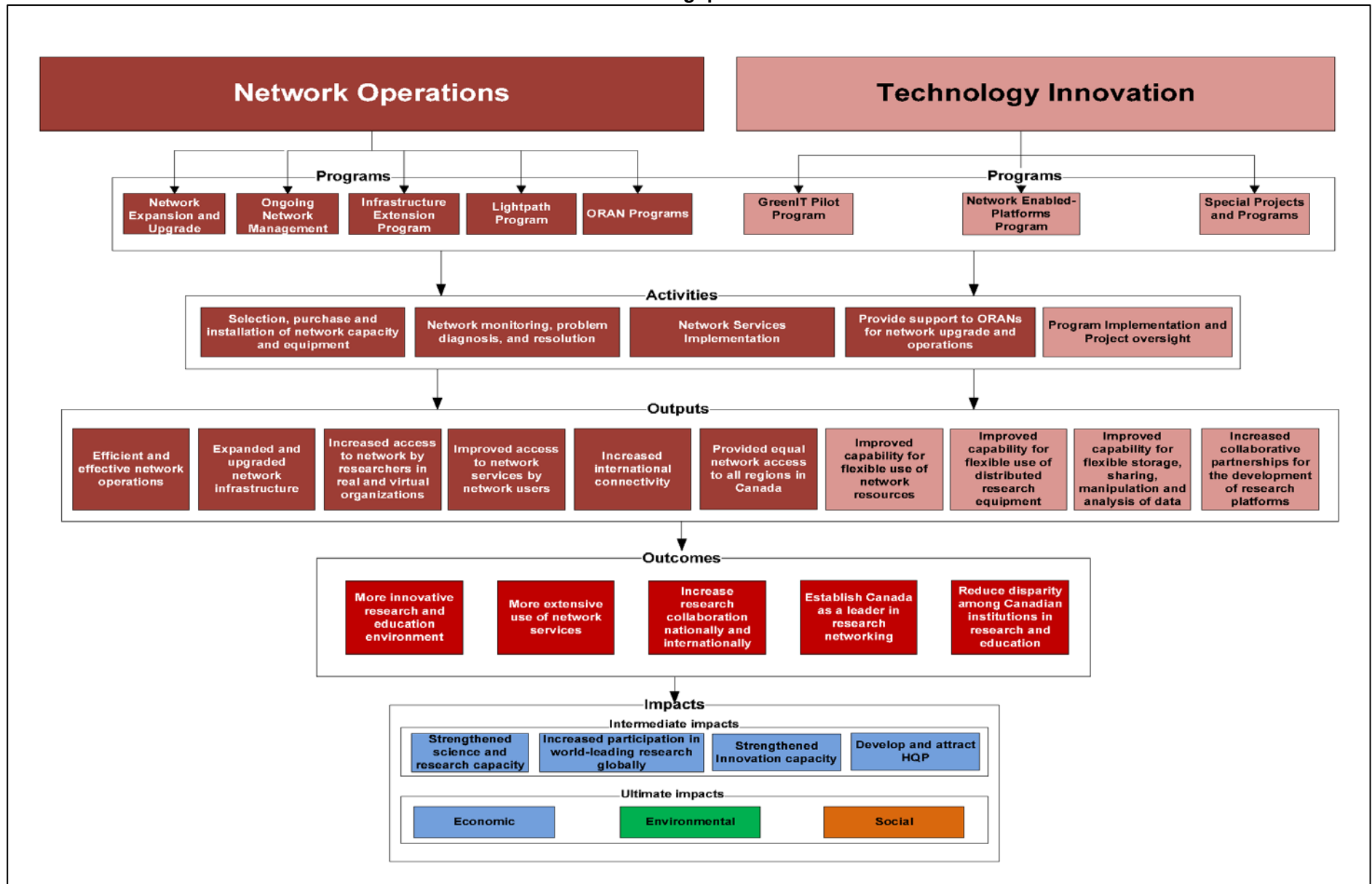
Plus précisément, le programme a pour but de mettre à la disposition des petites et moyennes entreprises une infrastructure partagée permettant de réaliser des projets de recherche et de développer de nouveaux produits. Il s’agit d’une initiative pilote qui a commencé ses activités à la fin de mars 2011.

Le programme ATIR se concentrera sur la création d’un environnement de développement et d’essai offrant des caractéristiques de grande flexibilité et d’utilisation à la demande. La phase pilote en cours servira à vérifier que l’environnement d’essai réduit effectivement le temps et le coût nécessaires pour développer et tester de nouveaux produits, et accélère la mise en marché des produits par les petites et moyennes entreprises canadiennes. Elle permettra également d’évaluer les avantages du programme ATIR pour la collectivité de recherche en TIC. Si les résultats du programme pilote sont probants, CANARIE augmentera la portée et les ressources attribuées au programme ATIR.

#### **1.2.4 Modèle logique**

Le modèle logique que présente la pièce 1.2 ci-dessous reflète les deux principaux objectifs de CANARIE, à savoir l’exploitation du réseau et l’innovation technologique. Il montre les liens logiques entre les programmes et activités de CANARIE Inc. d’une part, et les extrants et résultats attendus, d’autre part. Il souligne le rôle direct que joue CANARIE Inc. dans la gestion et l’exploitation de son réseau évolué, de même que sa contribution au développement d’un environnement novateur de recherche et d’enseignement au Canada et à une plus grande collaboration en recherche à l’échelle nationale et internationale. Les questions examinées dans le présent rapport d’évaluation portent principalement sur les résultats attendus et les impacts spécifiés dans le modèle logique.

Pièce 1.2 : Modèle logique de CANARIE



### 1.2.5 Financement des programmes

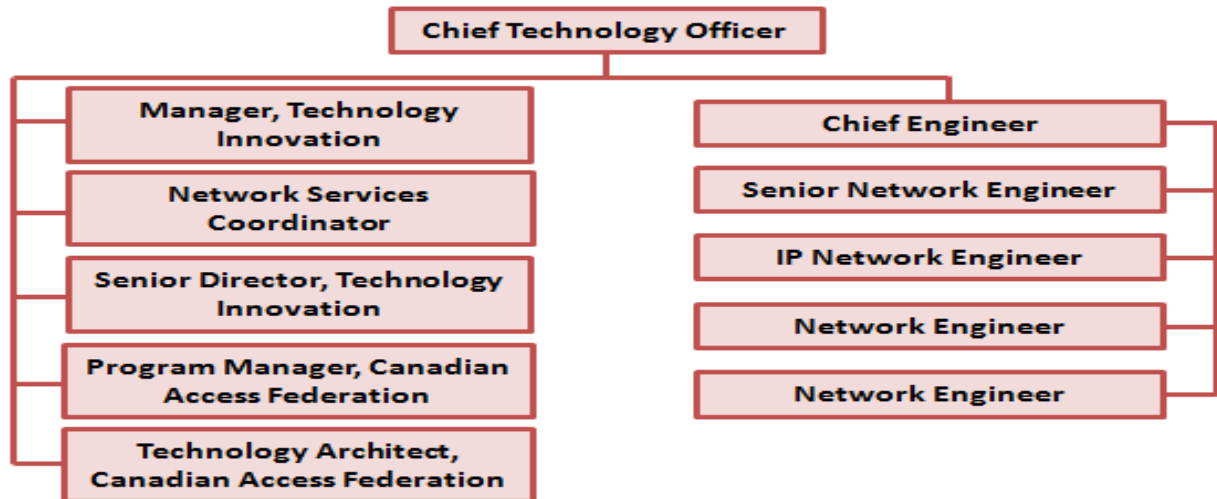
CANARIE Inc. est une organisation à but non lucratif sans capital-actions, qui a été fondée en 1993 avec le mandat de concevoir et de construire un réseau national évolué pour la recherche. En reconnaissance du rôle clé que joue CANARIE dans la gestion des actifs, de l'infrastructure et des activités du seul réseau national canadien destiné à l'avancement de la recherche en sciences et technologie, Industrie Canada a conclu avec CANARIE une série d'accords de financement des programmes, qui sont renouvelables sur une base quinquennale. Le mandat de financement en cours couvre la période allant du 1<sup>er</sup> avril 2007 au 31 mars 2012.

En vertu de cet accord de financement avec Industrie Canada, CANARIE doit prudemment détenir, investir, administrer et dispenser les fonds du programme conformément aux modalités et objectifs définis dans cet accord, en particulier ceux de l'article III. Les modalités de l'accord stipulent que CANARIE n'a pas à rembourser à Industrie Canada les revenus éventuels de ses investissements ou les intérêts, et que CANARIE pourra conserver toutes les redevances futures afin de les réinvestir dans le réseau. Les modalités de l'accord stipulent également que CANARIE ne peut emprunter des fonds additionnels ni émettre toute forme de titres de créance, ce qui rend l'organisation entièrement dépendante du financement fédéral pour la poursuite de ses activités. Le montant total de la subvention accordée pour la période de cinq ans en cours est de 120 millions de dollars.


Les fonds des programmes sont répartis entre un éventail d'initiatives et d'activités, comme le montre la pièce 1.3 en page suivante. Environ 50 millions de dollars ont été dispensés ou prévus au budget des programmes pendant le mandat actuel de cinq ans. Le reste de la subvention, soit 73 millions de dollars, a été consacré à l'exploitation et à la gestion du réseau, à l'infrastructure, à l'équipement, aux services et aux initiatives liées à l'accroissement de la capacité du réseau. Pendant la période de cinq ans en cours, les dépenses d'exploitation et de gestion n'ont pas dépassé en moyenne 15 pour cent du budget total. Bien que les budgets d'exploitation et de gestion soient passés de 2,95 millions de dollars en 2008-09 à 4,06 millions de dollars en 2011-12, cette augmentation correspond au niveau des activités des programmes de CANARIE et respecte la limite budgétaire de 15 pour cent qui a été spécifiée dans l'accord de financement. Les fortes sommes consacrées aux longueurs d'onde de base en 2007-08 et 2008-09 (« base wavelengths » dans la pièce 1.3) se rapportent essentiellement au paiement de lignes louées à des entreprises de télécommunications pendant la première partie du présent mandat de CANARIE.

### 1.2.6 Centre d'exploitation du réseau de CANARIE

CANARIE Inc. est responsable de l'ingénierie du réseau et de l'exploitation quotidienne du réseau, ces deux activités étant prises en charge par le Centre d'exploitation du réseau (NOC). Pour la gestion et l'exploitation du réseau, CANARIE dispose d'une équipe d'ingénieurs composée de dix spécialistes qui fournissent des services de soutien et de surveillance, de même que les outils nécessaires à l'établissement et à l'exécution des activités du réseau. L'équipe du NOC s'occupe de tous les aspects de l'exploitation du réseau, y compris la conception et la construction, la gestion du trafic, l'innovation technologique, la surveillance, la production de rapports et l'accès aux outils de mise en service. Le schéma ci-dessous montre la structure organisationnelle de l'équipe du NOC.



Pièce 1.3 : Financement de CANARIE, 2007-2012

| <b>CANARIE Inc</b>  |              |              |              |              |              |               |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>Program Spending</b>   |              |              |              |              |              |               |
|  | 2007-08      | 2008-09      | 2009-10      | 2010-11      | 2011-12      | TOTAL         |
|   | Actual       | Actual       | Actual       | Actual       | Budget       |               |
|   | \$(millions) | \$(millions) | \$(millions) | \$(millions) | \$(millions) |               |
| <b>CANARIE FUNDING</b>  | <b>24.00</b> | <b>15.00</b> | <b>28.00</b> | <b>28.00</b> | <b>25.00</b> | <b>120.00</b> |
| Interest Revenues   | 1.08         | 0.74         | 0.15         | 0.33         | 0.20         | 2.50          |
| Other Revenues  |              | 0.48         | 0.11         | 0.00         |              | 0.59          |
| <b>TOTAL REVENUES</b>   | <b>25.08</b> | <b>16.22</b> | <b>28.26</b> | <b>28.33</b> | <b>25.20</b> | <b>123.09</b> |
| <b>Network Capacity</b>   |              |              |              |              |              |               |
| Base Wavelengths  | 4.48         | 7.96         | 1.93         | 0.74         | 0.81         | 15.92         |
| ROADM fibre O&M   | 0.02         | 0.01         | 0.00         |              | 0.41         | 0.44          |
| International   | 0.44         | 1.08         | 0.26         | 0.45         | 0.13         | 2.36          |
| Network Plans   | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 0.00         | <b>7.22</b>  | <b>7.22</b>   |
| <b>Subtotal Base Network Capacity</b>   | <b>4.94</b>  | <b>9.04</b>  | <b>2.19</b>  | <b>1.19</b>  | <b>8.57</b>  | <b>25.94</b>  |
| <b>Network Equipment</b>  |              |              |              |              |              |               |
| Transponder cards   | 0.34         | 0.77         | 0.18         | 0.01         |              | 1.30          |
| ROADM + HDXc  | 0.00         | 0.45         | 0.00         |              | 0.10         | 0.55          |
| OMEs to replace ONS   | 0.44         | 0.01         | 0.00         |              |              | 0.45          |
| new routers & other   | 1.00         | 1.18         | 0.63         | 0.30         |              | 3.11          |
| Peering Equipment   | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 0.03         | 1.62         | 1.65          |
| <b>Subtotal Network Equipment</b>   | <b>1.79</b>  | <b>2.41</b>  | <b>0.81</b>  | <b>0.34</b>  | <b>1.72</b>  | <b>7.06</b>   |
| <b>Network Other</b>  |              |              |              |              |              |               |
| Local Loops for Lightpath program   | 0.00         | 0.01         | 0.16         |              | 0.05         | 0.22          |
| Infrastructure Extension Program (IEP) 2007/2008 & Legacy CCP                     | 2.93         | 9.14         | 1.14         | 1.21         | 2.57         | 17.00         |
| New Fibre Projects, Local Loops, Federal Labs                                     | 0.06         | 0.07         | 0.08         | 0.07         | 0.77         | 1.05          |
| Network Services: IPV6/Peering/CAF  |              |              |              | 0.20         | 0.65         | 0.85          |
| <b>Subtotal Network Other</b>   | <b>2.99</b>  | <b>9.23</b>  | <b>1.39</b>  | <b>1.48</b>  | <b>4.04</b>  | <b>19.12</b>  |
| <b>Programs</b>   |              |              |              |              |              |               |
| ORAN Infrastructure Program   |              |              | 4.30         | 6.66         | 4.49         | 15.45         |
| ORAN Infrastructure Program-2   |              |              |              | 0.29         | 3.76         | 4.05          |
| Network Enabled Platforms (NEP) #1  |              | 2.68         | 5.71         | 5.05         | 1.12         | 14.57         |
| Network Enabled Platforms (NEP) #2  |              | 0.00         | 0.84         | 4.48         | 6.68         | 12.00         |
| Green IT Pilot Program  |              |              | 0.45         | 1.08         | 0.74         | 2.28          |
| DAIR - Innovation   |              |              |              | 0.47         | 1.53         | 2.00          |
| ORAN Operating Support  |              | 0.36         | 0.41         | 0.48         | 0.51         | 1.75          |
| ORAN Communications   | 0.02         | 0.08         | 0.09         | 0.05         | 0.13         | 0.38          |
| ORAN - IPV6   |              | 0.00         |              | 0.43         | 0.05         | 0.48          |
| <b>Subtotal PROGRAMS</b>  | <b>0.02</b>  | <b>3.12</b>  | <b>11.81</b> | <b>19.00</b> | <b>19.01</b> | <b>52.97</b>  |
| <b>Total Network &amp; Programs</b>   | <b>9.75</b>  | <b>23.80</b> | <b>16.19</b> | <b>22.00</b> | <b>33.34</b> | <b>105.09</b> |
| <b>O&amp;M</b>  |              |              |              |              |              |               |
| O&M   | 3.10         | 2.95         | 3.89         | 3.99         | 4.06         | 18.00         |
| <b>TOTAL EXPENSES</b>   | <b>12.86</b> | <b>26.74</b> | <b>20.09</b> | <b>25.99</b> | <b>37.41</b> | <b>123.09</b> |

Source : Direction générale des finances, CANARIE Inc.

## 1.3 Méthode et principaux critères de l'évaluation

La méthode d'évaluation adoptée pour cette étude comprend l'analyse des documents et d'un certain nombre de secteurs d'intérêt, conformément aux normes reconnues d'évaluation. Les principaux éléments de la recherche ont été la consultation d'intervenants, de non-intervenants et des utilisateurs de CANARIE; la collecte d'informations à partir d'un certain nombre de sources, y compris les rapports d'étape des projets et les fichiers et documents relatifs aux programmes; un sondage auprès de représentants des établissements et chercheurs qui utilisent CANARIE; des études de cas sur les projets financés par CANARIE; et la consultation d'organisations partenaires du financement fédéral et d'organisations homologues à l'échelle internationale.

Les principaux critères d'évaluation ont été les suivants :

- Réalisation des résultats attendus
- Pertinence et besoin continu
- Alignement sur les priorités du gouvernement
- Preuves d'efficacité et d'économie.

L'annexe C donne la liste des questions relatives à chacun de ces critères, en les groupant par méthode de recherche et processus de consultation. L'évaluation a également traité de certaines questions relatives aux nouvelles orientations que CANARIE devraient envisager pour son prochain mandat.

## 1.4 Méthodologie

### 1.4.1 Examen des documents et fichiers

L'information analysée a été extraite d'un éventail de documents, de fichiers et d'ensembles de données qui traitent des initiatives et projets de CANARIE. L'annexe E donne la liste des documents consultés. Parmi les documents de référence, mentionnons :

- documents spécifiques à des programmes (p. ex. cadre de travail et rapports de rendement des programmes, directives et vérifications comptables);
- rapports sur les activités et rapports d'étape des projets (rapports annuels des projets, accords et initiatives avec des partenaires, résumés du financement fourni, examens et évaluations des résultats des projets);
- statistiques sur les activités et dépenses de CANARIE;
- rapports annuels et plans d'activités de CANARIE;
- documents de politique, évaluations précédentes, enquêtes et évaluations sur place des activités et programmes de CANARIE; et
- documents contextuels plus larges concernant le programme d'innovation du Canada, les priorités en matière de recherche et développement et les politiques relatives aux sciences et à la technologie.

La liste de l'annexe E contient également d'autres documents de référence qui ont été consultés, y compris des documents provenant d'organisations homologues d'autres pays, de même que des rapports et articles scientifiques traitant des réseaux évolués à infrastructure numérique et de sujets connexes.

## 1.4.2 Entrevues

Au total, 67 principaux répondants ont été consultés par téléphone ou en personne pour cette étude d'évaluation. L'annexe D donne la liste alphabétique des répondants, en indiquant leur nom et l'organisation auxquels ils appartiennent. L'annexe C donne la liste des questions posées pendant les entrevues. Comme un nombre relativement élevé d'entrevues devait être effectué pendant une période d'un mois (mars 2011), une équipe de neuf enquêteurs a été réunie pour la tâche. La pièce 1.4 ci-dessous donne la répartition des répondants entre les différentes organisations consultées.

**Pièce 1.4 : Répartition des répondants par groupe**

| Groupes consultés                                       | Nombre de répondants par groupe |
|---|---------------------------------|
| Personnel et dirigeants de CANARIE                      | 5                               |
| Ministères gouvernementaux et organismes de financement | 11                              |
| Partenaires RORE  | 9                               |
| Universités et collèges                                 | 21                              |
| Organisations internationales                           | 5                               |
| Secteur privé du Canada                                 | 5                               |
| Organisations liées à la culture et aux médias          | 4                               |
| Consultants   | 3                               |
| Autres  | 4                               |
| <b>Total</b>  | <b>67</b>                       |

Comme le montre la liste des questions de l'annexe C, les questions posées collectivement aux principaux répondants se rapportaient à tous les critères d'évaluation de l'étude. Cependant, comme toutes les questions n'étaient pas nécessairement pertinentes pour chaque répondant, les enquêteurs se sont concentrés sur les sous-ensembles de questions qui étaient les plus pertinents pour chaque personne interrogée et pour son organisation.

L'analyse des entrevues est nécessairement de nature qualitative. Pour garantir une compréhension commune des termes employés dans l'analyse, voici les directives qui ont été appliquées à l'analyse et aux rapports sur les résultats des entrevues :

- « un petit nombre de répondants » = moins de 25 pour cent;
- « quelques répondants » = de 25 à 49 pour cent;
- « la majorité des répondants » = de 50 à 74 pour cent;
- « la plupart des répondants » = de 75 à 89 pour cent;
- « presque tous les répondants » = de 90 à 99 pour cent; et
- « tous les répondants » = 100 pour cent.

### 1.4.3 Études de cas

Six études de cas ont été effectuées dans le cadre de cette évaluation. Les études de cas sont importantes pour l'évaluation car elles donnent l'occasion d'observer de près les résultats, les facteurs de réussite et les leçons apprises dans certains domaines auxquels le programme a contribué. La sélection des études de cas a été basée sur les critères ci-dessous :

- applications du réseau dans différents domaines de recherche;
- maturité des projets et résultats atteints;
- répartition entre le niveau régional et le niveau provincial;
- liens du réseau à travers le Canada et à l'échelle internationale; et
- disponibilité de l'information pertinente pour l'analyse.

Voici les études de cas qui ont été sélectionnées pour l'évaluation :

- CBRAIN et GBRAIN – Université McGill.
- ONE-ITS (Systèmes de transport intelligents) – University of Toronto, University of Regina et autres.
- TRIUMF, Laboratoire national canadien pour la recherche en physique nucléaire et en physique des particules.
- Organisation virtuelle de services de santé (HSVO) – Lakehead University et autres.
- CANARIE et les arts – comprend Open Orchestra, De Manhattan au canal Rideau, le CNA et le Banff Centre.
- Réseau GreenStar, étude de cas sur les TI vertes – École de technologie supérieure de Montréal, en collaboration avec le Centre de recherches sur les communications, l'University of Calgary et autres.

Les profils et résultats de ces études de cas sont réunis dans l'annexe B. La recherche pour les études de cas comprenait un examen des documents de CANARIE et une analyse des données extraites des fichiers de CANARIE, de même qu'un examen de l'information et des documents produits par les participants aux projets. Des entrevues avec des chercheurs sélectionnés ont également été effectuées pendant le travail sur les études de cas.

### 1.4.4 Sondage

Pendant le mois de mars 2011, un sondage a été effectué auprès des dirigeants principaux de l'information (DPI), des vice-présidents à la recherche (VPR) et des chercheurs universitaires. Le questionnaire du sondage a été élaboré par le personnel de CANARIE, avec l'assistance de l'équipe de consultants de Nordicity/Bytown. Une copie de ce questionnaire en anglais et en français a été jointe au présent rapport sous pli séparé. Les questions du sondage se concentraient sur les thèmes suivants :

- Qui sont les utilisateurs de CANARIE?
- Quelle importance ce réseau a-t-il pour les utilisateurs?
- Quelle est la croissance prévue de l'utilisation de CANARIE?
- Comment le réseau CANARIE a-t-il stimulé les activités de recherche concertée?
- Avez-vous pu obtenir du financement d'autres sources grâce à CANARIE?

- Quelle est l'importance de CANARIE pour le recrutement et la conservation de chercheurs hautement qualifiés?
- L'usage de CANARIE a-t-il procuré des économies ou des gains aux établissements concernés?

CANARIE a envoyé aux DPI, aux VPR et aux chercheurs, par l'intermédiaire du CDPIUC et de l'ACARU respectivement, des avis demandant aux destinataires de répondre au sondage dans un délai de trois semaines. Des rappels ont ensuite été envoyés et des appels téléphoniques ont été adressés aux personnes désignées pour leur demander de fournir leurs commentaires. L'échéance du sondage a été repoussée d'une semaine pour donner aux répondants plus de temps pour répondre. L'équipe de Nordicity/Bytown s'est chargée de la compilation, de l'épuration, de la mise en tableau et de l'analyse des réponses.

**Pièce 1.5 : Nombre de réponses par groupe de répondants**

| Groupe de répondants                   | Nombre de réponses | Membres du groupe | Taux de réponse |
|--|--------------------|-------------------|-----------------|
| Dirigeants principaux de l'information | 27                 | 46                | 59 %            |
| Vice-présidents à la recherche         | 14                 | 65                | 22 %            |
| Chercheurs                             | 66                 | 300+              | 22 %            |
| <b>Total</b>                           | <b>107</b>         | <b>411</b>        | <b>26 %</b>     |

Le tableau 1.5 ci-dessus indique le nombre de réponses pour l'ensemble de l'enquête. Le nombre de réponses à chacune des questions de l'enquête varie et est présenté séparément, dans le contexte de l'analyse que contiennent les sections suivantes du rapport.

### 1.4.5 Organisations/réseaux homologues d'autres pays

Les programmes et expériences de quatre organisations homologues d'autres pays ont fait l'objet d'un examen en vue de les comparer aux activités et aux programmes de CANARIE. Les entrevues faites auprès de représentants de ces organisations avaient principalement pour but de faire ressortir les leçons à tirer de leurs programmes et modèles de financement, en tenant compte du fait que ces organisations fonctionnent sous différents mandats, dans des lieux géographiques différents et avec des structures budgétaires différentes.

Voici les quatre organisations ou réseaux homologues sur lesquels l'examen a porté :

- AARNet – Australie
- CENIC – CalREN – Californie
- REANNZ – KAREN – Nouvelle-Zélande
- SURFnet – Pays-Bas.

L'examen de ces organisations ou réseaux homologues a été partiellement basé sur les réponses aux entrevues, sur les documents pertinents et les documents de référence fournis ou proposés par les répondants, de même que sur la documentation Web téléchargée par l'équipe d'évaluation. Les

questions qui ont été posées aux organisations homologues des autres pays sont incluses dans l'annexe C.

#### **1.4.6 Autres organisations de financement du gouvernement fédéral**

Les programmes et expériences de quatre organisations de financement du gouvernement fédéral ont également fait l'objet d'un examen dans le but de comparer et d'évaluer le rôle de CANARIE à celui de ces organisations.

Voici la liste des autres organisations de financement du gouvernement fédéral qui ont été consultées :

- Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG)
- Fondation canadienne pour l'innovation (FCI)
- Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH)
- Precarn Inc.

L'examen des autres organisations de financement a été principalement basé sur des entrevues avec des représentants de ces organisations, sur les documents pertinents et les documents de référence proposés par les répondants, de même que sur la documentation Web téléchargée par l'équipe d'évaluation. Les questions posées pendant les entrevues aux autres organisations de financement du gouvernement fédéral sont incluses dans l'annexe C.

#### **1.4.7 Comité directeur**

Dans le cadre de la consultation pour l'évaluation, CANARIE Inc. a mis sur pied un comité directeur composé de 15 représentants provenant des partenaires provinciaux et fédéraux, des universités, des organismes de recherche et des homologues internationaux, en vue d'obtenir des commentaires sur l'analyse et les conclusions du rapport d'évaluation. L'annexe A donne la liste des membres de ce comité directeur.

### **1.5 Structure du rapport**

En plus du présent chapitre d'introduction, le rapport d'évaluation se compose de six chapitres qui traitent des principaux critères d'évaluation, à savoir : réalisation des résultats attendus, pertinence et besoin continu de CANARIE; alignement sur les priorités du gouvernement; preuves d'efficacité et d'économie; et nouvelles orientations pour CANARIE.

Chaque chapitre puise dans l'analyse de l'information provenant des différents secteurs d'intérêt de l'étude, notamment l'enquête et les entrevues, la contribution du comité d'experts internes de l'équipe d'évaluation, et les commentaires du comité directeur constitué par CANARIE.

## 2 Réalisation des résultats attendus

En tant qu'organisation à but non lucratif qui est financée par le gouvernement et qui travaille en étroite collaboration avec ses partenaires régionaux, CANARIE compte de nombreuses réussites à son actif. Du point de vue de l'évaluation des programmes cependant, il convient de se baser sur les principaux objectifs de l'organisation pour examiner les résultats de l'exploitation du réseau et des programmes de soutien complémentaires de CANARIE. Dans cette perspective, la réussite dépend de l'accomplissement des objectifs de CANARIE. Ces objectifs et les résultats associés ont été décrits dans le chapitre précédent et se répartissent en deux catégories, comme suit : exploitation du réseau et innovation technologique.

### 2.1 Exploitation du réseau

**Question d'évaluation :** *Pendant le mandat en cours, dans quelle mesure CANARIE Inc. a-t-elle atteint son objectif « d'exploiter le réseau CANARIE pour en faire une infrastructure essentielle à la recherche » ?*

#### 2.1.1 Usage généralisé du réseau

##### Analyse

D'après les données les plus récentes des rapports sur le trafic de CANARIE (troisième trimestre 2010), le réseau CANARIE a écoulé en moyenne 7 410 téraoctets de données par trimestre (2010), un téraoctet étant égal à un billion d'octets. Pour donner une idée de l'ampleur de ce nombre, disons que ce trafic équivaut à la transmission du contenu complet de 3 700 bibliothèques de recherche universitaires à tous les trois mois, soit approximativement une bibliothèque complète à toutes les 36 minutes. Cette moyenne mensuelle de 2010 se compare avantageusement à la moyenne de 1 929 téraoctets par trimestre, établie en 2007. Ainsi, pendant le mandat en cours, le trafic écoulé par le réseau CANARIE a augmenté de 284 %.

La pièce 2.1 ci-dessous présente le nombre d'établissements raccordés au réseau en 2011, selon les rapports de CANARIE. Il convient de noter ici que, comme CANARIE a été fondée en 1993, de nombreux établissements se sont raccordés au réseau pendant les mandats précédents. Le mandat de 2007 à 2011 a néanmoins connu une augmentation dans certaines catégories d'utilisateurs – en particulier les collèges, centres de recherche et établissements culturels. De plus, les connexions internationales ont plus que doublé depuis 2006.

**Pièce 2.1 : Augmentation du nombre d'établissements connectés**

| Établissements             | Nombre d'établissements connectés |   |
|----------------------------|-----------------------------------|---|
|                            | 2006                              | 2011  |
| Universités                | 80+                               | 89  |
| Collèges                   | 50+                               | 101   |
| CÉGEP                      | Non déclarés                      | 47  |
| Écoles                     | 2000+                             | Milliers d'écoles primaires et secondaires                                      |
| Centres de recherche       | 40+                               | 86 laboratoires et parcs scientifiques des gouvernements fédéral et provinciaux |
| Hôpitaux                   | 60+                               | 62 hôpitaux et réseaux de santé   |
| Ministères gouvernementaux | 50+ (planifiés)                   | Non déclarés (voir centres de recherche)  |
| Établissements culturels   | 10+                               | 26 établissements culturels   |

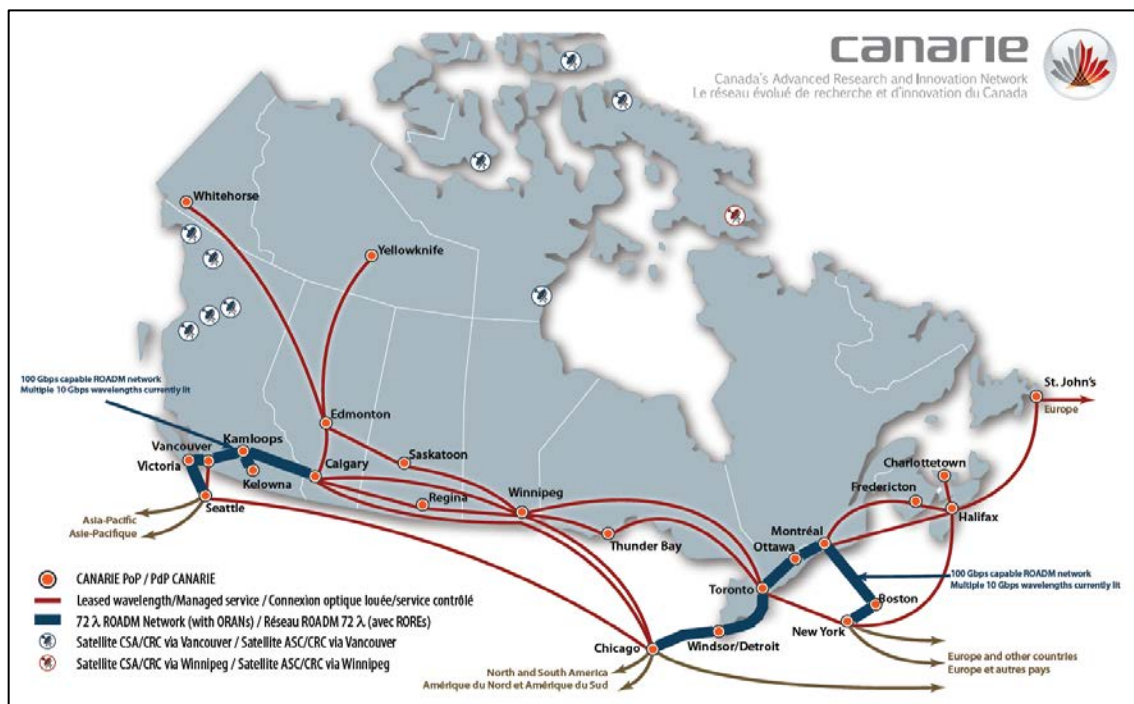
|                           |       |   |
|---------------------------|-------|---|
| Pays                      | 40+   | 100+ réseaux homologues internationaux dans 80 pays |
| Entreprises participantes | 1000+ | Non déclarées                                       |
| RORE                      | 12    | 12  |

Sources : Rapport annuel sur le rendement en 2005-2006 de CANARIE et site Web de CANARIE 2011.

Selon le sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (mars 2011), 35 dirigeants principaux de l'information (DPI) ont estimé qu'en moyenne 45 pour cent du trafic total de recherche et d'enseignement de leur établissement (en tant que fraction du trafic mensuel brut) passe par le réseau CANARIE ou par les réseaux optiques régionaux évolués (RORE). Fait intéressant à souligner, la proportion du trafic de recherche des établissements qui passe par le réseau CANARIE varie de plus de 90 pour cent dans certaines universités de moindre taille jusqu'à moins de 10 pour cent dans d'autres.

La carte actuelle du réseau CANARIE (pièce 2.2) montre que toutes les provinces et tous les territoires du Canada sont desservis par le réseau. Le réseau est également raccordé aux régions de l'Asie et du Pacifique via Seattle, et à l'Europe via New York, Chicago et St. John's. De plus, le réseau est raccordé au reste de l'Amérique du Nord et à l'Amérique du Sud via Chicago. Des satellites sont également utilisés pour raccorder le réseau au nord du Canada via Vancouver et Winnipeg.

### Pièce 2.2 : Carte du réseau CANARIE



Selon les résultats du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE effectué en 2011, il y a en moyenne 11 767 utilisateurs par établissement qui utilisent les configurations du réseau illustrées dans la pièce 2.2 (moyenne des chiffres fournis par 26 DPI qui ont répondu au sondage). Le nombre total d'utilisateurs pour les 26 établissements sondés s'établit à 305 950, l'écart allant de plus de

25 000 utilisateurs dans les établissements les plus actifs à moins de 1 000 utilisateurs dans les établissements les moins actifs.

Le groupe d'utilisateurs le plus important est de loin celui des étudiants de premier cycle. La pièce 2.3 qui suit montre la répartition des utilisateurs par groupe. Les étudiants de premier cycle représentent environ 62 pour cent de l'ensemble des utilisateurs. La proportion du corps enseignant et des étudiants de niveau post-doctorat est de 14 pour cent, tandis que celle des étudiants des cycles supérieurs est de 13 pour cent. Selon les réponses des 26 DPI, une petite proportion des utilisateurs est formée par des chercheurs de l'industrie.

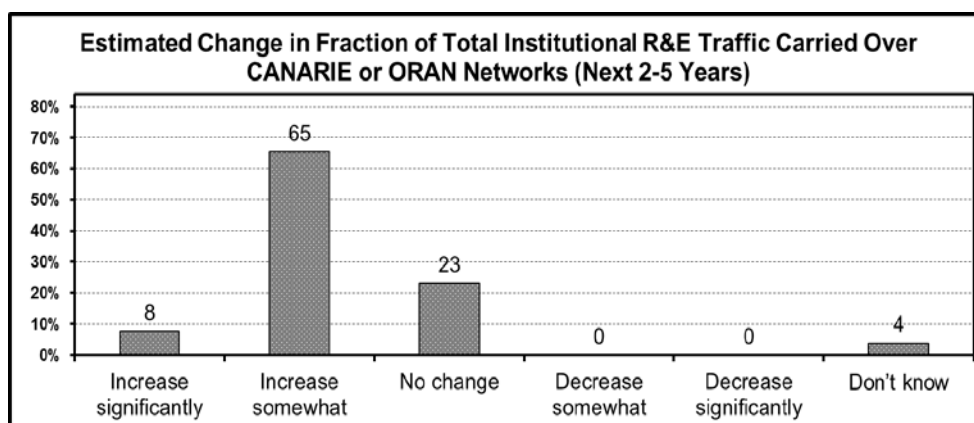
**Pièce 2.3 : Utilisateurs du réseau CANARIE et des RORE**

| Utilisateurs                      | Nombre total d'utilisateurs (26 établissements) | Pourcentage du total | Moyenne par établissement |
|-----------------------------------|---|----------------------|---------------------------|
| Chercheurs du corps enseignant    | 31 446  | 10,3 %               | 1 208                     |
| Étudiants de niveau post-doctorat | 12 779  | 4,2 %                | 492                       |
| Étudiants des cycles supérieurs   | 38 485  | 12,6 %               | 1 479                     |
| Étudiants de premier cycle        | 188 357   | 61,6 %               | 7 244                     |
| Chercheurs de l'industrie         | 11 561  | 3,8 %                | 447                       |
| Autres                            | 23 322  | 7,6 %                | 897                       |
| <b>Total</b>                      | <b>305 950</b>                                  | <b>100 %</b>         | <b>11 767</b>             |

Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Comme le montre la pièce 2.4 ci-dessous, 73 pour cent des personnes interrogées s'attendent à ce que l'usage du réseau CANARIE ou des RORE par leur établissement augmente quelque peu ou de façon importante au cours des deux à cinq prochaines années, par rapport au trafic R-E total de leur établissement. Aucune des 26 personnes ayant répondu à cette question ne prévoyait une diminution de cette proportion du trafic.

**Pièce 2.4 : Question B3 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 26 DPI)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

## Évaluation

L'analyse qui précède permet de conclure que CANARIE a effectivement favorisé un usage généralisé du réseau. Le réseau est considéré par presque tous les chercheurs interrogés et par les autres utilisateurs comme étant essentiel à leurs besoins. Cependant, certaines des personnes interrogées dans cette étude ont fait remarquer que, même si l'accès au réseau était généralisé parmi les chercheurs, l'usage se concentrait surtout dans la recherche en sciences et technologie – les autres disciplines étant moins bien représentées - ce qui s'explique en partie par le fait que le besoin d'une connectivité à grande largeur de bande est principalement associé aux départements de sciences et de génie dans les universités.

Indépendamment des statistiques d'utilisation et de l'importance accordée au réseau par les chercheurs et enseignants, il est important de déterminer si le réseau est perçu comme un élément central et nécessaire de la stratégie du gouvernement en matière d'économie numérique, ou comme un programme fédéral isolé qui est soumis à un examen stratégique et périodiquement renouvelé. CANARIE et ses partenaires des RORE se sont affirmés comme étant les fournisseurs d'une composante essentielle de la stratégie du Canada en matière d'économie numérique. Cependant, comme le gouvernement fédéral n'a pas encore clairement formulé cette stratégie au moment où CANARIE entre dans la dernière année de la période de financement quinquennal, l'organisation a du mal à lancer de nouveaux projets.

Le projet ATIR, par exemple, dont la phase pilote vient tout juste d'être lancée pour coïncider avec la dernière année du mandat en cours de CANARIE, devra vraisemblablement relever certains défis pour attirer des participants car la durée du projet ne peut être garantie au-delà du 31 mars 2012. De plus, au moment où CANARIE s'apprête à faire participer l'industrie, elle subira vraisemblablement des pressions accrues de la part des intervenants pour obtenir plus de stabilité, de durabilité et une orientation commerciale des accords sur les niveaux de service.

C'est le défi auquel CANARIE est confronté en raison de son cycle de financement quinquennal. D'un autre point de vue, il est possible de considérer le renouvellement du programme à tous les cinq ans comme étant avantageux et résultant d'une obligation logique du gouvernement fédéral. En effet, l'évolution constante de l'écosystème des technologies numériques et de la dynamique des marchés milite en faveur d'un examen stratégique du programme et d'un renouvellement à tous les cinq ans. Il est vrai que le monde dans lequel fonctionne CANARIE nécessite des ajustements et réalignements constants pour adapter le réseau non seulement aux progrès technologiques mais aussi à l'expérience de plus en plus poussée des utilisateurs. Quoiqu'il en soit, le fait que CANARIE soit incapable de prendre des engagements à long terme, en particulier pendant la dernière partie de chaque mandat, a un effet négatif sur les investissements qu'elle peut faire et les partenariats qu'elle peut établir. Ces difficultés se répercutent sur les décisions que peuvent prendre les RORE, qui sont les partenaires les plus proches de CANARIE.

### **2.1.2 Meilleur accès au réseau**

#### Analyse

CANARIE offre un réseau à grande vitesse et grande capacité qui accélère le taux de découverte dans la collectivité de recherche et d'innovation, en lui fournissant un moyen de partager rapidement des données critiques et des jeux d'outils. Pendant le mandat en cours, CANARIE a lancé un certain nombre de programmes pour s'assurer que le réseau pourra suivre la croissance de la demande résultant de l'augmentation du nombre d'utilisateurs. Grâce à des programmes d'investissement permanents, l'organisation a étendu l'infrastructure du réseau, donné un meilleur accès aux

ressources du réseau et à l'équipement de recherche réparti, et lancé un certain nombre de nouveaux services réseau.

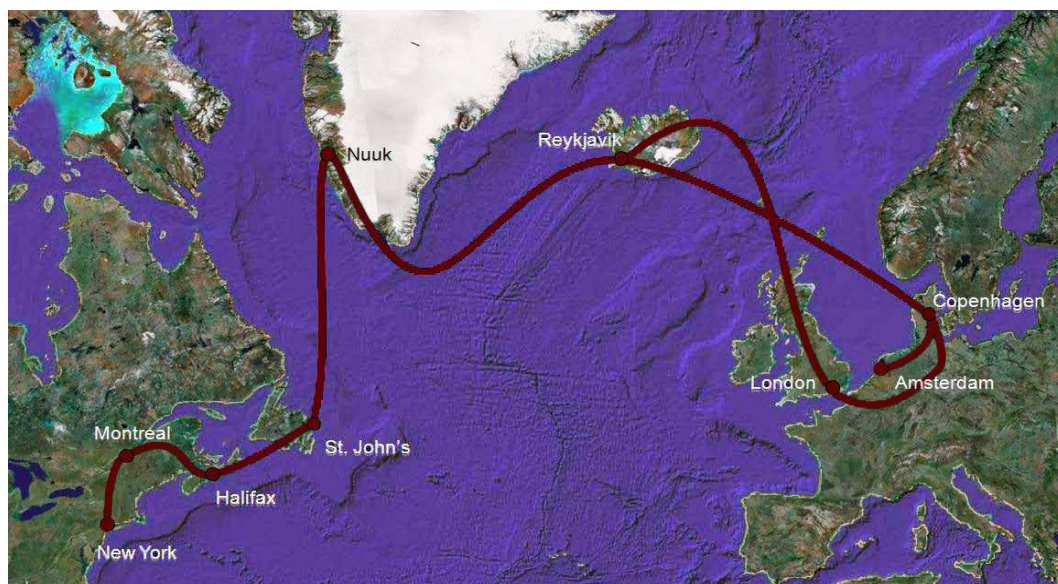
Extension et mise à niveau de l'infrastructure réseau : Dans la première année du mandat en cours (2007-2008), CANARIE a lancé le programme d'extension des infrastructures (PEI) et défini 50 nouveaux projets à réaliser. Cette même année, l'organisation a lancé et complété deux projets hautement prioritaires du PEI, à savoir l'extension des services réseau pour le projet Neptune et pour l'Université de Brandon. À la fin de la période 2009-2010, ce programme de 17 millions avait permis de fournir une connectivité accrue à des ministères fédéraux, des laboratoires du gouvernement et des organisations du secteur privé. Le 31 mars 2011, 64 organisations avaient ainsi été raccordées, soit 31 ministères fédéraux, 21 laboratoires du gouvernement, huit établissements d'enseignement, un musée, deux hôpitaux et une entreprise privée. De plus, huit autres connexions sont actuellement en construction, ce qui permettra à plusieurs autres laboratoires et établissements d'accéder au réseau évolué de recherche et d'innovation du Canada.

En outre, les points de présence (POP) les plus occupés du réseau, soit ceux de Montréal, Toronto et Chicago, ont été dotés d'un nouvel équipement optique, garantissant que ces nœuds critiques à haute capacité pourront s'adapter à la croissance prévue de la demande provenant des réseaux régionaux.

L'organisation a également établi un partenariat avec un réseau international important, appelé *IceLink*. Ce partenariat avec NORDUnet, relie les chercheurs canadiens directement à l'Islande, au Groenland et aux cinq pays scandinaves, et indirectement au reste de l'Europe de l'Ouest. En établissant ce partenariat international, l'organisation a créé une connexion clé de son réseau stratégique menant à l'Europe via Terre-Neuve, ce qui signifie que le réseau CANARIE n'est plus forcé de faire transiter par les États-Unis son trafic à destination de l'Europe.

Les autres extensions de l'infrastructure du réseau comprennent la multiplication par deux de la capacité du réseau entre Montréal et Halifax, en raison d'une utilisation accrue du réseau national et de la croissance prévue du trafic qui résultera de l'usage de la connexion *IceLink* pour faire transiter par St. John's le trafic à destination de l'Europe. À titre d'exemple, mentionnons que pendant la période en cours, le circuit de 1 Gbit/s entre TRIUMF (à Vancouver) et le CERN (à Genève) a été réacheminé par *IceLink* afin de rendre le circuit redondant et d'en augmenter ainsi la fiabilité.

### Pièce 2.5 : Connexion IceLink entre CANARIE et l'Europe



Sources : Rapport annuel 2010 de CANARIE et site Web NORDUnet (décembre 2009).

Enfin, deux extensions ciblées des infrastructures du réseau ont amélioré l'accès au réseau pour l'ensemble des utilisateurs. Un nouveau point de présence (POP) a été créé à l'University of Prince Edward Island en 2008-2009. Ce nouveau point d'accès a permis aux chercheurs et étudiants de l'Île-du-Prince-Édouard de se connecter directement au réseau CANARIE et de bénéficier ainsi du débit intégral de la connexion. De plus, une longueur d'onde 10GE sera prochainement ajoutée sur la route Gatineau-Montréal (en partenariat avec le RISQ), ce qui augmentera la capacité et la redondance du réseau entre ces deux villes et garantira un service ininterrompu et une meilleure fiabilité entre la région de la Capitale nationale et Montréal.

Meilleures possibilités d'utilisation des ressources réseau: en 2007, CANARIE a lancé le nouveau programme de plateformes sur réseau (PPR) en organisant un atelier initial qui a attiré plus de 100 participants; par la suite, elle a effectué un premier cycle de soumissions concurrentielles et d'approbation de projets, et financé 10 projets en se concentrant sur l'amélioration des outils, l'architecture réseau, les normes et les interfaces. Pendant ce premier cycle du programme, 14,4 millions de dollars ont été consacrés au développement d'outils et d'infrastructures qui faciliteront le partage d'ensembles de données complexes et l'accès à des équipements distants. Les 10 projets du PPR-1 devaient prendre fin progressivement à partir de 2010. Un second cycle de financement de 12 millions de dollars a été annoncé en 2009, dans lequel des fonds ont été accordés à 10 autres projets dans le cadre d'un processus de sélection concurrentiel. Ces projets sont actuellement en cours ou ont déjà été achevés.

CANARIE a également terminé un projet en partenariat avec le Réseau canadien des centres de données de recherche (RCCDR) pour répondre à la demande des spécialistes en sciences sociales qui voulaient un accès amélioré aux ensembles de données de Statistique Canada. Dans le cadre de ce projet, CANARIE a fourni les ressources nécessaires pour établir un réseau privé de routes optiques connectant 22 des laboratoires du RCCDR, ce qui a permis à ces laboratoires d'intégrer leurs services en utilisant un nouveau réseau à haute vitesse, sécuritaire et entièrement privé. Cette importante initiative a permis de donner accès au réseau à une collectivité de recherche précédemment mal desservie, et d'appuyer ainsi la recherche pancanadienne.

Enfin, une modernisation et mise à niveau importante de la couche optique et de la couche IP du réseau a été effectuée en 2009. Cet investissement a permis d'améliorer la performance dans l'ensemble des artères centrales du réseau CANARIE.

Meilleures possibilités d'utilisation des équipements de recherche répartis: En 2008-2009, CANARIE a ajouté une longueur d'onde au multiplexeur ROADM du tronçon ouest entre Calgary et Vancouver, afin d'améliorer l'accès des chercheurs à des ressources réparties d'informatique en nuage à haute performance, et de permettre aux utilisateurs du consortium WestGrid HPC d'accéder à une plus grande capacité de calcul.

De plus, en 2009-2010, une nouvelle longueur d'onde 10GE a été attribuée en totalité au projet CBRAIN. Ces nouvelles routes optiques relient l'Université McGill à un point d'échange du réseau de recherche, situé à Chicago. Il s'agit d'une connexion réservée que les chercheurs de CBRAIN utilisent pour échanger de grands ensembles de données d'imagerie cérébrale avec leurs collaborateurs de l'University of California at San Diego, et pour accéder à l'équipement distant de mur d'écrans à haute résolution.

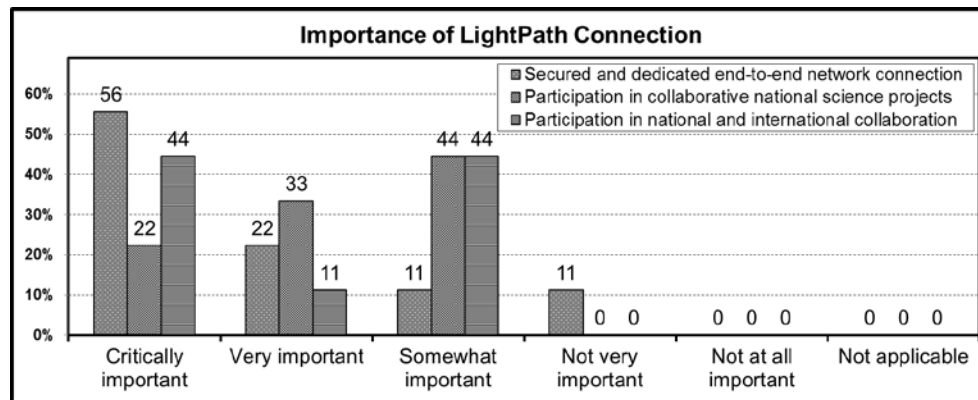
Programme de soutien des RORE: Le programme d'infrastructure des RORE (PIR) a dispensé des fonds aux partenaires RORE de CANARIE pour leur permettre de mieux développer les possibilités de leur réseau de recherche. Au total, 15 millions de dollars ont été attribués aux projets du PIR, la sélection et l'annonce de ces projets ayant eu lieu pendant l'exercice financier 2009-2010. Dans le cadre de ces projets, CANARIE a notamment accéléré les efforts pour rationaliser les liaisons entre le réseau fédérateur national et les réseaux régionaux de recherche, en appuyant la transition au protocole IPv6 et en lançant un projet d'extension de son propre service IPv6 afin d'offrir aux points de

présence (POP) le service intégral de routage IPv6. CANARIE a également raccordé ses connexions IPv6 à Internet en concluant des accords d'appariage avec un certain nombre de fournisseurs commerciaux de services Internet. Cette mise à niveau permanente et essentielle du protocole de routage IP sous-jacent a considérablement amélioré l'accès au réseau pour les chercheurs désireux de collaborer avec des homologues dans les marchés émergents, où la densité de la population et la venue tardive au réseau Internet mondial ont généralement créé une dépendance plus forte envers les technologies plus récentes, dont le protocole IPv6.

Programme des routes optiques : Le programme des routes optiques demeure une initiative importante car elle permet aux chercheurs de demander et d'obtenir des ressources de l'infrastructure du réseau CANARIE pour construire leur propre réseau réservé à des fins prédéfinies. Pendant le mandat en cours, plus de 21 projets permanents ou à long terme de routes optiques étaient en cours, nécessitant au total plus de 77 routes optiques réservées. Ces projets comprennent les exemples précédemment mentionnés, tels que CBRAIN, WestGrid HPC et RCCDR. De plus, au moins quatre autres projets du PPR ont nécessité des routes optiques réservées et un certain nombre d'autres projets nécessiteront la mise en place de routes optiques pendant l'année à venir.

La pièce 2.6 ci-dessous montre les réponses au sondage des DPI des établissements qui utilisent des routes optiques.

**Pièce 2.6 : Réponse à la question B12 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 9 DPI)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Soixante-dix-huit pour cent des DPI ont indiqué qu'une connexion de route optique était essentielle ou très importante pour leur établissement car elle leur permettait d'établir une connexion réservée et sécurisée de bout en bout dans le réseau. Cinquante-cinq pour cent des DPI ont indiqué qu'une route optique était essentielle ou très importante pour permettre à leur établissement de participer à des projets scientifiques concertés à l'échelle nationale; et 55 pour cent ont déclaré qu'une connexion était importante car elle permettait de participer à des projets de collaboration nationaux et internationaux. Aucun des dirigeants interrogés n'a déclaré qu'une connexion de route optique était sans importance.

### Évaluation :

L'analyse qui précède permet de conclure que, pendant la période 2007-2011, CANARIE s'est effectivement efforcée d'améliorer le réseau, de le mettre à niveau et d'étendre sa portée à l'ensemble du Canada. De plus, les réponses des personnes interrogées indiquent que la fiabilité et la disponibilité du réseau correspondaient à leurs attentes et répondaient aux besoins de presque tous les chercheurs et enseignants. Ces réalisations ne signifient pas qu'il ne sera pas nécessaire de continuer d'améliorer et de mettre à niveau le réseau pour en permettre l'extension future et absorber la croissance de la demande.

Certains répondants ont déclaré que des initiatives additionnelles auraient dû être réalisées pendant le mandat en cours de CANARIE – en particulier l’ajout d’un certain nombre de plateformes sur réseau, non seulement pour des applications dans les domaines des sciences et du génie mais aussi pour les sciences sociales et pour les médias culturels et de création (voir les sections 6.3.1 et 6.3.2 pour une description des applications dans ces secteurs d’intérêt).

Bien que les répondants qui ont exprimé leur opinion sur la question aient déclaré pour la plupart que la largeur de bande était suffisante, ils étaient également d’avis que CANARIE devrait offrir plus de largeur de bande à l’avenir afin d’absorber la croissance de la demande et de demeurer concurrentielle par rapport aux autres réseaux nationaux de recherche et d’enseignement (NREN) dans le monde. Cette plus grande largeur de bande sera nécessaire pour permettre aux chercheurs et enseignants d’accéder à des ordinateurs à grande vitesse dans le cadre d’un service intégré, comprenant des plateformes sur réseau de CANARIE, des grilles de calcul intégrées, des dispositifs d’appairage et des services d’informatique en nuage.

D’autre part, certains des RORE s’efforcent d’étendre leurs services à des segments mal desservis de leur collectivité d’utilisateurs, en raccordant notamment leur réseau à des écoles des niveaux primaire et secondaire, aux régions rurales et aux régions du Nord du pays. Ces partenaires RORE bénéficient de l’appui de CANARIE pour leurs travaux d’extension. Au Nouveau-Brunswick par exemple, CANARIE contribue au prolongement de lignes optiques et au renouvellement et remplacement de l’équipement vieillissant.

Ce genre de travaux d’extension des services devrait se poursuivre au cours des cinq prochaines années, afin d’étendre le réseau CANARIE à des emplacements du Canada qui ne sont pas encore desservis. À ce sujet, certaines des personnes interrogées ont fait observer que le réseau CANARIE s’étend principalement sur l’axe est-ouest et qu’il faudrait donc orienter davantage de services vers le Nord – pour s’attaquer à des questions comme le changement climatique, l’écoulement glaciaire et la souveraineté territoriale.

Presque tous les utilisateurs interrogés ont déclaré que le réseau CANARIE était très fiable et qu’ils n’avaient éprouvé aucune difficulté dans son utilisation. La fiabilité du réseau est telle que les utilisateurs ont même déclaré ne pas remarquer sa présence. Le réseau est considéré comme une chose allant de soi car les systèmes qui fonctionnent parfaitement deviennent transparents.

Selon l’un des répondants, CANARIE a maintenant terminé les fondements du réseau et doit se concentrer davantage sur le soutien technique aux utilisateurs pour leur permettre de tirer le meilleur parti du réseau. Cependant, selon d’autres répondants, la technologie évolue rapidement et CANARIE pourrait donc utiliser de nouveaux outils et systèmes, de même que de nouvelles configurations intégrées pour économiser de l’argent, augmenter la capacité du réseau et réduire le temps d’attente.

Un autre répondant a souligné le fait que, si le Canada ne poursuit pas la mise à niveau et le renouvellement continu du réseau pour demeurer à l’avant-garde, il risque de subir une perte de compatibilité et de capacité d’interconnexion avec les autres réseaux évolués du monde.

## 2.2 Innovation technologique

**Question d’évaluation : Dans quelle mesure CANARIE Inc. a-t-elle atteint ses objectifs d’innovation technologique, à savoir : « développer, démontrer et mettre en œuvre des technologies de nouvelle génération pour faire du réseau CANARIE un instrument de recherche de pointe » ?**

## 2.2.1 Positionnement du Canada comme leader des réseaux de recherche

### Analyse

Au cours des années, CANARIE a acquis auprès de nombreux réseaux nationaux de recherche et d'enseignement (NREN) la réputation d'être la championne des nouvelles idées et de l'innovation technologique, particulièrement dans les domaines de l'architecture de réseau et des applications. Par conséquent de nombreux exploitants de réseaux nationaux et régionaux homologues ont adopté l'approche de CANARIE (une route optique, soit une connexion configurable par l'utilisateur, est utilisée notamment entre TRIUMF, Laboratoire national canadien pour la recherche en physique nucléaire et en physique des particules, et le CERN, laboratoire de physique nucléaire de l'Europe). Cependant, un grand nombre des personnes interrogées pour cette étude ont indiqué que CANARIE est en train de perdre sa position de leader international. Bien que certains répondants continuent de considérer le Canada comme un leader, la position de leadership du Canada semble généralement s'estomper – principalement parce que les autres NREN ont rattrapé leur retard par rapport à CANARIE et ont mis en place leurs propres réseaux de pointe.

Cette perception de certains répondants selon laquelle CANARIE n'a plus la position de leader qu'elle occupait auparavant est confirmée par le fait que de nombreux autres NREN ont rattrapé leur retard par rapport à CANARIE et qu'un petit nombre des anciens disciples se disputent maintenant la position de leader, notamment le réseau SURFnet des Pays-Bas. Le problème de CANARIE n'est peut-être pas tant qu'elle est en train de régresser ou de perdre du terrain sur le plan du leadership, mais plutôt qu'elle n'agit pas assez rapidement dans le soutien à la recherche appliquée qui est sur le point d'atteindre la réussite commerciale, de même que dans les innovations supra-réseau et dans les applications qui n'appartiennent pas aux domaines des sciences et du génie. Ces domaines constituent des débouchés qui permettraient à CANARIE d'étendre stratégiquement la portée des demandes de financement qui lui seront adressées à l'avenir. Il convient de souligner ici que le mandat de CANARIE pour la période 2007-2012 ne comprenait pas le financement d'initiatives de commercialisation, et que l'organisation devait se concentrer principalement sur les domaines de recherche en sciences et en génie pendant le mandat courant, sans pour autant exclure les autres domaines ou applications de réseau. Les questions de l'orientation future de l'organisation et de ses nouveaux débouchés seront traitées de façon plus approfondie dans le chapitre 6.

Le financement est une des considérations importantes dans l'analyse des efforts que CANARIE consacre à l'innovation technologique. Les deux objectifs de CANARIE, à savoir l'exploitation du réseau et l'appui à l'innovation technologique, ont bien fonctionné comme initiatives complémentaires pendant la période 2007-2012. CANARIE a marqué des points en matière de développement technologique dans les domaines de l'intergiciel, de la transition au protocole IPv6, de l'appairage et des routes optiques contrôlées par l'utilisateur. Cependant, les répondants s'entendent généralement pour dire que CANARIE n'a pas eu suffisamment de fonds pour atteindre tous ses objectifs d'innovation technologique. Par exemple, comme les RORE n'ont pas de budget pour les initiatives en innovation et intergiciel, elles dépendent de CANARIE pour le développement des interfaces et des outils. Le budget fourni par CANARIE à cette fin a été suffisant pour maintenir un réseau de pointe, mais non pour exploiter les possibilités d'amélioration que fait apparaître l'évolution technologique, tant sur le plan des nouvelles applications que sur celui de l'extension de la technologie pour inclure le sans-fil, l'informatique intégrée et les services réseau.

Malgré les commentaires négatifs des répondants sur le financement, les deux programmes phares de CANARIE, à savoir le programme de plateformes sur réseau (PPR) et le programme des TI vertes, ont reçu de bonnes notes pour leurs projets et initiatives pendant la période 2007-2012. Le PPR est un élément essentiel de l'innovation technologique. Les plateformes qui ont été développées dans le cadre du PPR ont pour but de combler les besoins en infrastructure numérique des chercheurs qui travaillent dans un large éventail de domaines. Il est indéniable que de nombreuses applications ont été développées avec succès dans le cadre de ce programme, comme le montrent les études de cas, les consultations faites pour cette étude et l'examen des fichiers et documents fournis par CANARIE au sujet de ces projets. De la même manière, le programme des TI vertes est une initiative importante

de développement technologique que CANARIE et ses partenaires utilisent pour donner au Canada une position de leader mondial des TIC vertes. Ici également, cette observation découle directement des études de cas et de l'examen des projets financés par CANARIE.

Enfin, pour terminer cette analyse du rôle de CANARIE en innovation technologique, mentionnons que les répondants ont déclaré presque unanimement que ces deux programmes d'innovation technologique (PPR et TI vertes) devaient être maintenus dans le mandat de CANARIE. Bien que certains répondants considèrent que la mission première de CANARIE est l'exploitation du réseau, ils soulignent que cette tâche est loin d'être statique en raison de l'évolution rapide de la technologie. Une fois que le réseau a été mis en place, il faut continuellement le mettre à niveau et réagir rapidement à l'évolution des besoins de la collectivité R-E. C'est la raison pour laquelle le double rôle de CANARIE, soit l'exploitation du réseau et l'appui à l'innovation en infrastructure numérique, doit être maintenu dans le même cadre de travail des programmes.

### Évaluation

L'innovation technologique dans le contexte de CANARIE peut être divisée en trois parties, comme suit : (i) contribution aux progrès de réseautique; (ii) utilisation du réseau CANARIE et des programmes associés pour créer des technologies menant à des produits et services à valeur ajoutée; et (iii) élargissement de la base des utilisateurs de nouvelles applications et du réseau (p. ex., utilisation par le Centre national des arts à Ottawa du réseau fédérateur CANARIE et des RORE pour offrir des services de télé-enseignement en musique, théâtre et danse).

Pour ce qui est des contributions à la réseautique évoluée, CANARIE a été la première à mettre en place un certain nombre d'innovations technologiques, notamment la première connectivité entièrement optique, le premier réseau configurable par l'utilisateur et un éventail d'outils de collaboration et d'aide à la gestion de réseau. Plus récemment, CANARIE a participé activement à des collaborations avec des partenaires stratégiques, dont Calcul Canada, en vue d'élaborer une vision commune pour la nouvelle génération de cyberinfrastructure canadienne au service des collectivités de recherche et d'enseignement. Cette association se concentre sur l'établissement de liaisons entre un réseau à large bande hautement fiable et des installations réparties de calcul de haute performance et de mémoire de masse.

Vu la perception générale selon laquelle CANARIE et ses partenaires désirent occuper une position de leader, le défi doit maintenant relever CANARIE est de reprendre cette position, tant dans les faits que sur le plan de la perception générale. Cet objectif sera vraisemblablement difficile à atteindre puisque CANARIE fait face à tous les cinq ans à un processus de renouvellement qui menace sa survie, et que la question de la survie devient alors plus importante que la question du leadership.

Comme le laissent entendre les commentaires des répondants, le Canada a perdu une partie de son élan dans sa recherche des innovations techniques menant à de nouveaux produits et services de réseau. En particulier, le mandat en cours ne met pas aussi fortement l'accent sur l'innovation technologique qu'ont pu le faire les mandats précédents de CANARIE.

D'autre part, l'infrastructure numérique ne s'arrête pas au réseau lui-même. La capacité et la configurabilité accrues des réseaux à large bande, jointes au progrès du stockage réparti et du calcul de haute performance, sont en train de créer un monde entièrement nouveau de débouchés pour la recherche, la formation du personnel et l'apprentissage facilités par réseau. Cette convergence fait apparaître la nécessité de formuler une nouvelle vision nationale pour l'infrastructure numérique évoluée du Canada.

Dans ce contexte, CANARIE a appuyé un certain nombre d'efforts de développement en vue de créer des plateformes sur réseau combinant les réseaux eux-mêmes à de puissantes installations de calcul et de mémoire de masse. Cet appui englobait le soutien financier et technique de projets qui ont été exécutés par d'autres dans les domaines des technologies d'interface, de l'intergiciel et de l'infrastructure réseau.

De plus, dans le cadre des efforts de CANARIE pour maintenir sa position de leader, l'organisation est en train de renouveler et de remplacer son équipement vieillissant, aussi bien dans ses propres activités que dans son soutien à certains RORE, dont celui du Nouveau-Brunswick. D'autres exemples ont été fournis à ce sujet dans la section qui précède.

Au moment où CANARIE demande le renouvellement de son mandat, la communauté d'intérêts est généralement d'avis que CANARIE devrait profiter de l'occasion pour inclure dans ce mandat un rôle de leader dans la définition et la formulation de la nouvelle génération d'infrastructure numérique dont a besoin la collectivité R-E du Canada. Un tel rôle de leader dans le développement de l'infrastructure numérique est considéré par un bon nombre de répondants bien informés comme un moyen important pour CANARIE d'être de nouveau perçu comme un innovateur technologique sur la scène mondiale.

## **2.2.2 Importance du soutien de CANARIE à la recherche concertée**

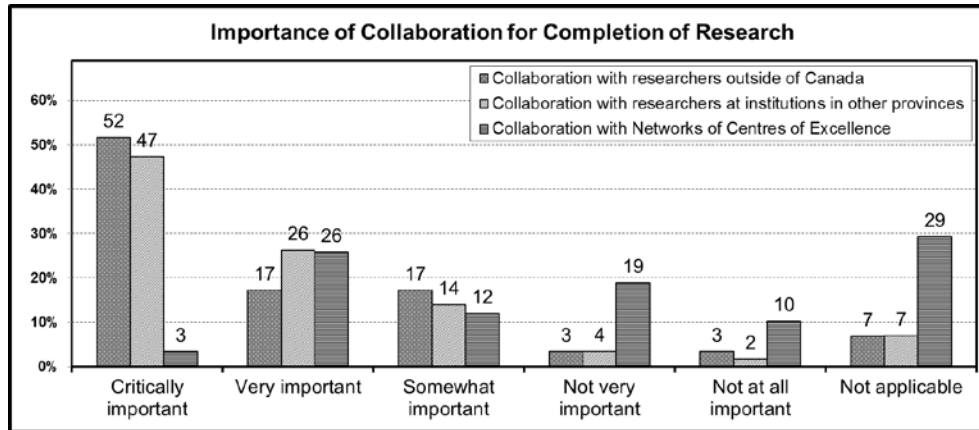
### **Analyse**

CANARIE favorise la recherche concertée d'au moins deux façons, à savoir : (i) en donnant accès à son réseau à large bande; et (ii) en appuyant le développement d'applications, d'outils d'interface et de plateformes qui permettent aux chercheurs de communiquer virtuellement sur des distances qui couvrent le globe.

Non seulement l'accès au réseau permet aux chercheurs de communiquer et de collaborer au niveau individuel, mais il leur permet également de diffuser les résultats de leur recherche, d'échanger de très grands ensembles de données, de transmettre des programmes d'apprentissage, de reproduire des expériences, d'organiser des conférences en ligne, de mettre sur pied des comités techniques et de diffuser en ligne des ateliers et des séminaires d'enseignement. On pourrait citer ici de nombreux autres modes de collaboration entre les chercheurs qui utilisent CANARIE, mais il suffit de dire que le réseau est devenu un élément essentiel pour les chercheurs dans la mise en place des collaborations nécessaires pour faire progresser leurs travaux.

La pièce 2.7 ci-dessous donne les réponses de 55 chercheurs qui ont participé au sondage auprès des utilisateurs de CANARIE. Soixante-neuf pour cent des chercheurs ont déclaré que la collaboration avec des chercheurs de l'extérieur du Canada était essentielle ou très importante pour l'achèvement de leurs travaux. Soixante-treize pour cent ont dit que la collaboration avec des chercheurs du Canada à l'extérieur de leur province était essentielle ou très importante. Un pourcentage moins important de chercheurs (29 pour cent) a déclaré que la collaboration avec les réseaux de centres d'excellence était importante.

**Pièce 2.7 : Question D4 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 55 chercheurs)**

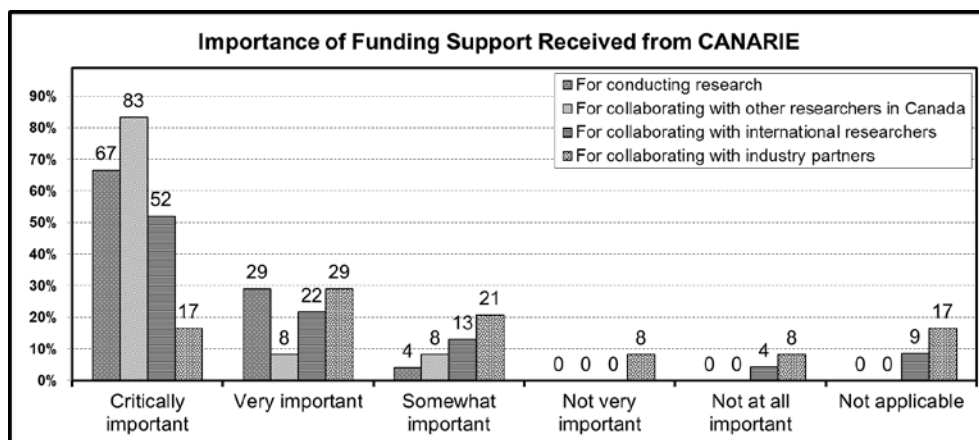


Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

De la même manière, un degré d'importance très élevé a été accordé à l'appui financier que fournit CANARIE pour le développement de plateformes et d'autres technologies novatrices facilitées par réseau et de niveau supra-réseau (en l'occurrence, les programmes de plateformes sur réseau et de TI vertes).

La pièce 2.8 ci-dessous donne les réponses de 24 chercheurs qui ont participé au sondage auprès des utilisateurs de CANARIE. Quarante-seize pour cent des chercheurs ont déclaré que le financement de CANARIE était essentiel ou très important pour leur recherche. Quarante-vingt-onze pour cent des chercheurs considèrent que le financement de CANARIE est essentiel ou très important pour la collaboration avec d'autres chercheurs au Canada, 74 pour cent pour la collaboration avec des chercheurs internationaux et 38 pour cent pour la collaboration avec des partenaires de l'industrie.

**Pièce 2.8 : Question D13 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 24 chercheurs)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

## Évaluation

Une part importante du programme de CANARIE en matière d'innovation technologique se concentre sur le soutien qu'elle fournit dans le cadre du programme des plateformes sur réseau (PPR). Dans le mandat en cours de CANARIE, le PPR est le programme phare pour la contribution à l'innovation technologique – en particulier parce que ce programme comprend des interfaces et outils logiciels qui aident les chercheurs dans un large éventail de disciplines à exploiter pleinement et à partager la quantité énorme de données qui circulent sur le réseau. Deux cycles de financement du PPR ont eu lieu pendant le mandat en cours de CANARIE. Le montant total de financement du PPR-1 s'est élevé à 14,4 millions de dollars et celui du PPR-2 à 12 millions de dollars. Les deux cycles ont financé des projets de collaboration qui ont produit des technologies novatrices pour connecter entre eux les chercheurs et enseignants de l'ensemble du Canada et du reste du monde. Toutes les études de cas que décrit l'annexe C démontrent que CANARIE, dans le cadre de son programme PPR, a effectivement atteint, dans la mesure où les ressources le permettaient, son objectif de mettre en œuvre une technologie d'interface qui favorise une utilisation flexible du réseau. Le fait que les applications du PPR s'appliquent à différentes disciplines démontre clairement que le réseau et le logiciel connexe d'architecture orienté services sont aisément utilisables et peuvent être appliqués à un large éventail de buts et de besoins des utilisateurs – que ce soit en recherche ou en enseignement. Dans la mesure où ces projets de démonstration ont pu être financés, le programme a servi de vitrine à l'innovation technologique et a appuyé efficacement les chercheurs en leur fournissant les outils de communication qui favorisent la collaboration dans les secteurs de pointe de la collectivité R-E.

La pièce 2.9 décrit en détail la diversité des applications et outils de collaboration, afin de démontrer l'étendue et la profondeur du soutien de CANARIE à la collectivité R-E.

### **Pièce 2.9 : Projets d'innovation technologique : Programme de plateformes sur réseau**

|   |
|---|
| <p><b><u>ANISE – Réseau actif d'échange sur les expériences synchrotroniques</u></b> : Le réseau ANISE donne aux utilisateurs du Laboratoire canadien de synchrotron, situé à Saskatoon, de même qu'aux utilisateurs d'autres synchrotrons des É.-U., une analyse en temps quasi réel des données provenant des expériences synchrotroniques, ce qui permet aux utilisateurs d'évaluer l'utilité de ces expériences pendant que celles-ci s'exécutent. <b>Maître d'œuvre</b> : University of Western Ontario.</p>   |
| <p><b><u>C-BRASS – Ressources canadiennes en bioinformatique et services sémantiques</u></b> : Le projet C-BRASS applique les technologies sémantiques du Web aux ressources bioinformatiques de l'ensemble du Canada. Il contribue à améliorer l'efficacité de la recherche en codant le savoir biologique sur le Web lui-même, ce qui réduit les coûts et le temps nécessaires pour faire des découvertes. <b>Maître d'œuvre</b> : University of British Columbia.</p>  |
| <p><b><u>Réseau canadien évolué de recherche en astronomie (CANFAR)</u></b> : Ce réseau est un système opérationnel qui permet la transmission efficace, le traitement, le stockage, l'analyse et la distribution des très grands ensembles de données que produit l'exploration astronomique. <b>Maître d'œuvre</b> : University of Victoria. <b>Participants</b> : University of British Columbia et autres.</p>  |
| <p><b><u>Réseau canadien de recherche en imagerie cérébrale</u></b> : Ce réseau est une plateforme Web qui permet aux scientifiques de traiter, manipuler et analyser la quantité énorme et sans cesse croissante de données d'imagerie cérébrale en trois et quatre dimensions, et d'effectuer des expériences de recherche concertée qui font progresser notre compréhension du développement du cerveau et des maladies neurologiques, comme les maladies d'Alzheimer et de Parkinson. <b>Maître d'œuvre</b> : Université McGill. <b>Participants</b> : Baycrest Centre for Geriatric Care, University of Western Ontario, Université de Montréal, University of British Columbia et autres.</p> |
| <p><b><u>Portail de données sur les sciences spatiales du Canada (CSSDP)</u></b> : Cette plateforme procure aux chercheurs en sciences spatiales et à leurs collaborateurs des milieux universitaires et de l'industrie un accès amélioré à des outils d'analyse répartis dans le monde entier et à des dépôts de données sur les instruments, dans un environnement virtuel intégré et en ligne. <b>Maître d'œuvre</b> : Cybera Inc. <b>Participants</b> : University of Alberta, University of Saskatchewan, Université du Nouveau-Brunswick.</p>   |
| <p><b><u>CESWP – Programme de modélisation et d'assimilation des données de météo spatiale facilitées par l'informatique en nuage</u></b> : Cette plateforme utilise les technologies d'informatique en nuage pour simplifier et accroître la flexibilité des outils de simulation existants de météo spatiale, en intégrant les données du Portail de données sur les sciences spatiales du Canada. Elle appuie les efforts du gouvernement canadien en matière d'exploration spatiale. <b>Maître d'œuvre</b> : Cybera Inc.</p>  |
| <p><b><u>Data from the Deep, Judgments from the Crowds</u></b> : Ce projet a mis au point un logiciel novateur qui permet aux utilisateurs d'analyser les données audio et vidéo provenant d'observatoires sous-marins. <b>Maître d'œuvre</b> : University of Victoria.</p>   |
| <p><b><u>Conception et création de Cyber-SKA Canada</u></b> : Ce projet a pour but de développer une cyberinfrastructure en vue de</p>  |

|  |
|--|
| <p>prendre en charge et d'analyser les données astrophysiques que recueillera le Square Kilometre Array (SKA), qui deviendra le plus grand radiotélescope au monde une fois qu'il sera terminé en 2020. <b>Maître d'œuvre</b> : University of Calgary.</p>   |
| <p><b>Plateforme sur réseau en gestion de cataclysmes (DR-NEP)</b> : Ce projet a pour but de créer une salle virtuelle de réaction aux catastrophes, dans laquelle les experts (« cerveau virtuel ») se réuniront pour dispenser de la formation et des conseils aux gestionnaires de sinistre sur la façon de se préparer et de réagir à des situations catastrophiques complexes. <b>Maître d'œuvre</b> : University of British Columbia.</p>  |
| <p><b>GBRAIN – Réseau mondial de recherche en imagerie cérébrale</b> : Dans le cadre de ce projet, l'Université McGill a mis au point un réseau international à grande largeur de bande pour connecter entre eux les chercheurs en imagerie cérébrale du monde entier. Ce réseau autorise l'exploration commune en temps réel de grands ensembles de données sur le cerveau, améliorant ainsi la recherche médicale au Canada et à l'étranger. <b>Maître d'œuvre</b> : Université McGill.</p>  |
| <p><b>GeoCENS – Cyberinfrastructure géospatiale pour la détection environnementale</b> : GeoCENS est un portail en ligne qui permet aux biogéoscientifiques d'accéder à des données historiques et en temps réel sur l'environnement, en provenance d'un éventail de lieux distants, et de partager ces données. <b>Maître d'œuvre</b> : Cybera Inc.</p>   |
| <p><b>GeoChronos</b> : Le but de ce projet est de créer une plateforme efficace sur le Web à l'intention des scientifiques qui analysent les données d'observation de la terre provenant de nombreuses sources et destinées à de multiples fins. <b>Maître d'œuvre</b> : Cybera Inc. <b>Participants</b> : University of Calgary, University of Alberta, University of Victoria et autres.</p>   |
| <p><b>Organisation virtuelle de services de santé (OVSS)</b> : Cette plateforme de recherche permet le développement et la mise en œuvre de services partagés d'enseignement et de prestation de soins de santé basés sur les TIC, en connectant les praticiens et étudiants à des ressources médicales de pointe. <b>Maître d'œuvre</b> : Lakehead University. <b>Participants</b> : Northern Ontario School of Medicine (NOSM), Université McGill, iDEAL Consulting, CNRC, CRC et autres.</p>  |
| <p><b>Conservation des données patrimoniales en physique des hautes énergies</b> : Ce projet utilise des techniques de virtualisation informatique, de grille de calcul et d'informatique en nuage pour développer une plateforme qui servira à conserver les données et les logiciels relatifs à la physique des hautes énergies, et permettra ainsi l'analyse de ces données par les chercheurs pour de nombreuses années à venir. <b>Maître d'œuvre</b> : University of Victoria.</p>   |
| <p><b>Océans 2.0 – Plateforme pour la création et le soutien d'organisations virtuelles en sciences océaniques</b> : Cette plateforme est un environnement Web virtuel qui permet à des équipes pluridisciplinaires d'extraire, de visualiser, de manipuler et d'analyser de très grandes quantités de données provenant d'instruments scientifiques installés sur les fonds marins, d'utiliser cette information pour mieux comprendre les écosystèmes marins et la vie océanique, et de réagir plus efficacement aux tempêtes, tsunamis et éruptions volcaniques sous-marines. <b>Maître d'œuvre</b> : University of Victoria. <b>Participants</b> : Memorial University of Newfoundland, Université McGill et autres.</p> |
| <p><b>ONE-ITS (Systèmes de transport intelligents)</b> : Ce système est un nœud d'information en ligne qui permet à des chercheurs de nombreuses disciplines d'échanger, de gérer et d'analyser des données en temps réel sur la circulation routière, de collaborer plus efficacement et de s'attaquer collectivement aux principaux défis de transport auxquels sont confrontés les Canadiens. <b>Maître d'œuvre</b> : University of Regina. <b>Participants</b> : University of Toronto et autres.</p>  |
| <p><b>Open Orchestra</b> : Cette plateforme réseau fournit individuellement à des musiciens une expérience très réaliste du jeu dans un orchestre professionnel, au moyen d'écrans vidéo panoramiques d'immersion et de son ambiophonique. <b>Maître d'œuvre</b> : Université McGill. <b>Participants</b> : Centre national des arts, Banff Centre et autres.</p>  |
| <p><b>Plateforme de gestion des connaissances océaniques</b> : Cette plateforme de recherche électronique sur le Web permet aux chercheurs des sciences océaniques et marines de l'ensemble du Canada et du reste du monde de partager des données, des connaissances et des modèles de simulation pour collaborer efficacement en temps réel. <b>Maître d'œuvre</b> : Dalhousie University.</p>   |
| <p><b>Science Studio</b> : Ce projet fournit un système complet de gestion d'expérience en ligne, qui connecte les ordinateurs des chercheurs de l'ensemble du pays à des installations de recherche de classe mondiale, dont le Centre canadien de rayonnement synchrotron, situé en Saskatchewan. <b>Maître d'œuvre</b> : University of Western Ontario. <b>Participants</b> : Canadian Light Source Inc., Université Concordia et autres.</p>   |
| <p><b>Calcul scientifique réparti orienté services (SOSG)</b> : Ce projet crée la capacité nécessaire pour traiter la grande quantité d'information que contient la base de données SAFORAH (System of Agents for Forest Observation Research with Advanced Hierarchies) de Forêts Canada, et pour permettre aux scientifiques de réunir, échanger et analyser sur demande des données et images détaillées. <b>Maître d'œuvre</b> : University of Victoria.</p>   |

En plus du programme de plateformes sur réseau (PPR), CANARIE a également mis sur pied le programme novateur des TI vertes, dans lequel l'organisation a financé quatre projets ayant pour but de réduire l'empreinte de carbone des TIC et de mesurer l'impact des TIC et de la cyberinfrastructure sur la consommation d'électricité dans les universités. L'étude de cas sur le réseau GreenStar, que contient l'annexe C, démontre l'importance du programme des TI vertes et des économies qui pourraient en résulter. Le projet GreenStar, qui est une initiative de collaboration interdisciplinaire réunissant de nombreux établissements, constitue un bon exemple du rôle de catalyseur que joue CANARIE dans l'accélération des résultats de recherche, dans l'adoption par la collectivité R-E de nouveaux paradigmes de recherche et dans l'accès rapide à des sources de données à grande concentration.

## 2.3 Forum des utilisateurs

**Question d'évaluation :** *Dans quelle mesure le forum annuel des utilisateurs de CANARIE contribue-t-il efficacement à la discussion, la planification et la mise en œuvre des objectifs de l'organisation?*

Les forums d'utilisateurs sont un des moyens qu'emploient les dirigeants de CANARIE Inc. pour communiquer avec leurs partenaires provinciaux, les autres intervenants et les utilisateurs du réseau. L'accord de financement de CANARIE par Industrie Canada spécifie d'ailleurs que de tels forums doivent être organisés au moins une fois par année. Le but de ces forums est de créer un environnement qui permet à la collectivité R-E de contribuer à la discussion sur la planification et la mise en œuvre des objectifs de CANARIE.

Dans le cadre de la recherche effectuée pour le présent rapport, l'équipe d'évaluation a examiné diverses présentations et les documents traitant des résultats des forums d'utilisateurs de 2009 et 2010 (voir les documents de référence de l'annexe E). De plus, une question sur les forums d'utilisateurs a été posée aux répondants du sondage.

Les documents traitant des forums d'utilisateurs se sont révélés utiles pour la présente étude d'évaluation parce qu'ils ont apporté des informations pertinentes, en particulier pour le *chapitre 6 : Nouvelles orientations*. Par exemple, les présentations et discussions du forum le plus récent, soit celui tenu en novembre 2010 à l'Université de Toronto, ont traité d'un certain nombre des thèmes qui sont apparus pendant le processus de consultation menant à l'évaluation, notamment l'importance des collectivités utilisant l'informatique en nuage et des applications évoluées d'appairage. Ce forum a attiré 80 personnes, provenant des 10 provinces et des deux territoires. Les participants comprenaient des représentants de l'industrie, des exploitants de réseau, des administrateurs TI d'université, des administrateurs de recherche universitaire, des chercheurs du gouvernement et des universités, de même que des organismes de financement du gouvernement.

Les réponses à la question relative aux forums d'utilisateurs ont été généralement positives pour ce qui est de l'organisation et des résultats de ces événements. Voici quelques-uns des commentaires positifs qu'ont formulés les répondants :

- Les forums sont thématiques et pertinents et créent un environnement de collaboration.
- Ils fournissent une excellente occasion d'établir des contacts entre ceux qui exploitent le réseau et ceux qui l'utilisent.
- Les notes du forum le plus récent se sont révélées utiles pour la planification future – ce qui constitue une amélioration par rapport aux forums antérieurs.
- On pourrait probablement les décrire comme étant des « forums de partenaires ».
- Les forums engendrent des objectifs communs et fournissent des occasions de discuter des orientations stratégiques.

Certains répondants ont également proposé des améliorations qui pourraient être apportées aux forums pour encourager le dialogue entre les partenaires de CANARIE Inc. et les autres intervenants.

- La représentation des chercheurs et utilisateurs n'est pas toujours suffisante. CANARIE devrait inviter les collectivités et disciplines R-E qui ne participent pas normalement aux forums d'utilisateurs et/ou qui n'utilisent pas le plein potentiel du réseau CANARIE dans leurs domaines (notamment lettres et sciences sociales, et industries culturelles et de création).
- Quelques répondants ont mentionné qu'il était difficile d'atteindre un consensus dans ces forums – et que, par conséquent, les forums devraient se contenter d'offrir aux participants l'occasion de discuter des problèmes, plutôt que de tenter de les résoudre.
- La majorité des répondants a déclaré que CANARIE devrait continuer d'organiser des forums – mais qu'elle devrait faire plus d'efforts pour faire participer les utilisateurs réels et les autres

participants de l'écosystème numérique (notamment les lettres et sciences sociales, les arts et la culture, les bibliothèques et l'industrie privée).

Il convient de souligner ici que les forums d'utilisateurs ne sont pas le seul moyen qu'emploie CANARIE pour communiquer avec la collectivité R-E, les partenaires des établissements, les intervenants et les chercheurs ou utilisateurs individuels. CANARIE organise conjointement ou contribue avec ses partenaires à des événements et ateliers semblables, contribue à d'autres forums nationaux et internationaux<sup>1</sup>, et participe régulièrement à des foires commerciales, des conférences, des groupes de discussion et autres activités semblables.

En outre, CANARIE est en contact constant avec ses partenaires des NREN dans le reste du monde, et a mis sur pied des initiatives ou projets communs avec un certain nombre de ses homologues dans d'autres pays.

---

<sup>1</sup> À noter que de nombreuses organisations européennes de réseau et autres NREN ont leur propre version des forums d'utilisateurs.

### **3 Pertinence et besoin continu**

De plus en plus, la recherche et le développement se font dans un environnement multidisciplinaire de collaboration, qui utilise des réseaux pour partager de grandes quantités de données. Pour que les Canadiens puissent se maintenir à l'avant-garde de la connaissance et de l'innovation, il est essentiel de leur fournir des réseaux évolués, rapides et fiables, de même que des outils et de l'équipement numérique facilitant l'utilisation de ces réseaux. Dans ce contexte, la pertinence et le besoin continu de CANARIE est une question fondamentale de l'évaluation. Presque toutes les personnes interrogées pour cette étude étaient d'avis que CANARIE doit continuer d'appuyer la mise en place et l'utilisation de technologies d'infrastructure réseau qui sont pertinentes et d'avant-garde.

#### **3.1 Pertinence**

**Question d'évaluation : CANARIE a-t-elle répondu aux besoins pertinents de la collectivité de recherche et d'enseignement du Canada depuis le 1<sup>er</sup> avril 2007?**

##### **3.1.1 Création d'un environnement novateur de recherche et d'enseignement**

La compétitivité économique du Canada dépend de sa capacité d'innover pour mettre au point de nouveaux produits, de nouvelles technologies et des améliorations de processus qui peuvent être mises en marché. Les réponses des personnes interrogées ont varié en ce qui concerne l'importance du rôle de CANARIE comme catalyseur de l'innovation. Cependant, les répondants étaient généralement d'accord pour dire que CANARIE a effectivement favorisé un climat d'innovation dans la collectivité R-E, en fournissant une composante importante de l'infrastructure numérique qui est nécessaire pour créer un tel environnement. Presque tous les répondants appartenant à la collectivité R-E ont déclaré qu'ils n'auraient pas pu réaliser leurs projets novateurs sans la présence de CANARIE. Les programmes PIR et PEI ont notamment contribué à faire augmenter le soutien provincial à l'innovation en R-E. CANARIE a également fourni les liens appropriés à la collectivité R-E, ce qui a permis à cette dernière de maintenir des contacts avec les leaders mondiaux de l'innovation en recherche, et a inclus dans cette collectivité les universités et collèges de taille moyenne. De plus, en collaboration avec les réseaux régionaux (RORE), CANARIE a favorisé la mise en place d'un effort concerté à l'échelle nationale, dans lequel des chercheurs de tout le pays se sont réunis pour favoriser l'innovation.

À ce sujet, voici certaines des conclusions sur la pertinence de CANARIE qui ont été faites par les chercheurs cités dans les études de cas (voir l'analyse de l'annexe B) :

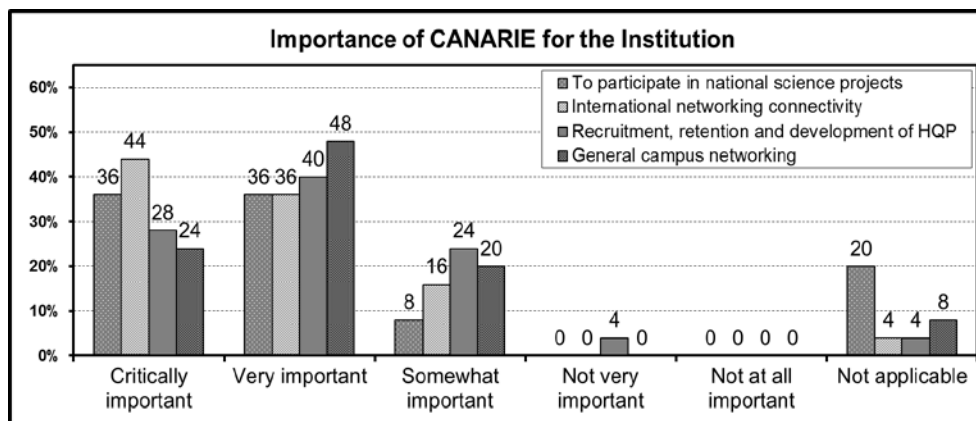
- Sans CANARIE, le projet CBRAIN/GBRAIN n'aurait pas pu exister. Le premier contact des dirigeants de l'équipe avec CANARIE a eu lieu en 2007. En 2008, l'équipe était déjà connectée à l'échelle mondiale. CANARIE a coordonné toutes les étapes nécessaires pour connecter l'équipe CBRAIN à travers le Canada et dans le reste du monde.
- Grâce au réseau à haute vitesse de CANARIE, le projet ONE-ITS a permis aux chercheurs de tout le Canada et du reste du monde d'échanger, d'analyser, de voir et de gérer en temps réel des données sur la circulation routière. Le programme ONE-ITS réside sur les serveurs de l'Université de Toronto et, par l'intermédiaire du réseau CANARIE, dessert 15 autres universités situées au Canada et aux États-Unis.
- Les projets TRIUMF font un usage intensif de l'infrastructure de CANARIE et des RORE pour échanger de l'information à travers le pays et dans le reste du monde. Les liaisons réseau de ces projets dépendent de l'existence du réseau fédérateur CANARIE et de la bonne volonté que CANARIE a suscité chez ses partenaires du Canada et du reste du monde. Le directeur de TRIUMF a récemment déclaré que « CANARIE est essentielle pour tous nos partenariats universitaires, nationaux et internationaux » (extrait des notes de l'entrevue avec Nigel Lockyer, mars 2011).

- Grâce aux possibilités évoluées de réseautique qu’ont fournies CANARIE et ORION, les organisations virtuelles de services de santé ont permis à des apprenants de tous les niveaux (y compris des praticiens en perfectionnement professionnel) de bénéficier de certaines des meilleures ressources au monde, sans avoir à quitter les communautés desservies. Sans le financement de CANARIE, le projet OVSS n’aurait pas eu la même portée ni la même vision.

Le sondage auprès des utilisateurs de CANARIE a également été utile pour déterminer si CANARIE a effectivement favorisé un environnement novateur de R-E. Les experts en politique et évaluation de programmes en sciences et technologie (S-T) sont tous d’accord pour dire que les facteurs nécessaires à la création et au maintien d’un environnement novateur comprennent la possibilité pour les chercheurs de participer à des réseaux nationaux et internationaux, de même qu’aux projets scientifiques nationaux, et la possibilité de recruter, conserver et former du personnel hautement qualifié (PHU) pour des activités de recherche et développement. Les pièces 3.1 et 3.2 présentent les opinions des DPI et VPR concernant ces indicateurs d’un environnement novateur.

Comme le montre la pièce 3.1 ci-dessous, la grande majorité des 25 DPI qui ont répondu au sondage ont déclaré que l’importance de CANARIE en ce qui concerne ces indicateurs avait été essentielle ou très importante pour leur établissement. Plus précisément, ce choix a été fait par 72 pour cent des répondants pour ce qui est de l’impact sur la participation à des projets scientifiques nationaux; 80 pour cent pour ce qui est de l’impact sur la connexion à des réseaux internationaux; 68 pour cent pour ce qui est de l’impact sur le recrutement, la conservation et la formation de PHQ; et 72 pour cent pour ce qui est de l’impact sur la réseautique générale du campus.

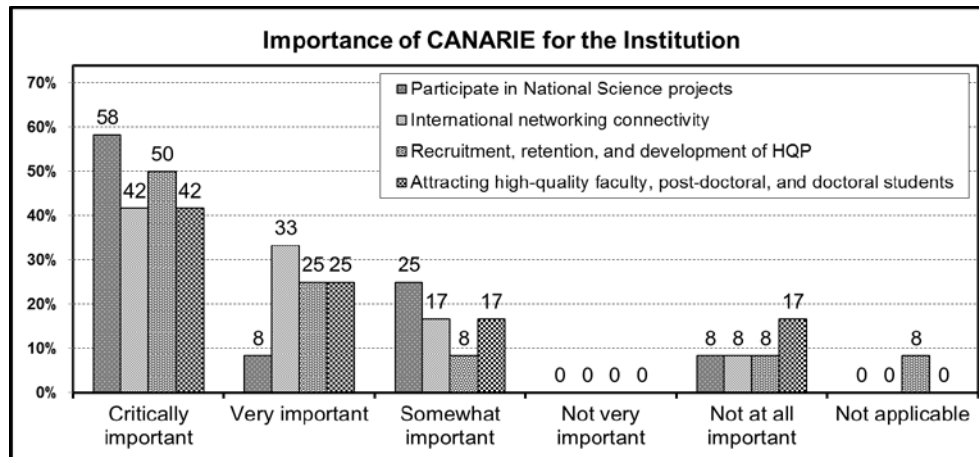
**Pièce 3.1 : Question B6 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 25 DPI)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

De la même manière, la pièce 3.2 montre que la grande majorité des 12 VPR qui ont répondu au sondage ont déclaré que le rôle de CANARIE avait été essentiel ou très important pour leur établissement sur le plan de la création d’un environnement novateur. Plus précisément, ce choix a été fait par 66 pour cent des répondants en ce qui concerne la participation à des projets scientifiques nationaux; 75 pour cent en ce qui concerne la connectivité à des réseaux internationaux; 75 pour cent en ce qui concerne le recrutement, la conservation et la formation de PHQ; et 67 pour cent en ce qui concerne la possibilité d’attirer du personnel enseignant et des étudiants aux niveaux du doctorat et du post-doctorat.

Pièce 3.2 : Question C4 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 12 VPR)



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

### 3.1.2 Soutien de la recherche concertée à l'échelle nationale et internationale

La recherche scientifique est essentielle pour l'innovation et la collaboration est un important aspect de la recherche. Comme CANARIE est une plateforme conçue pour faciliter la recherche concertée, elle se trouve au cœur des efforts du Canada pour favoriser l'innovation et la compétitivité économique. CANARIE a effectivement fourni des possibilités de réseau qui ont permis aux chercheurs de collaborer à l'échelle nationale et internationale (ce qui est un des résultats attendus de l'organisation). À noter que CANARIE n'a pas de contrôle direct sur les avantages qui peuvent découler de la recherche concertée et que son rôle se limite à rendre le réseau disponible pour la collaboration. En ce sens, CANARIE a bien rempli son mandat. L'analyse des résultats du sondage, des entrevues et des études de cas a démontré dans tous les cas que les collaborations qui ont eu lieu n'auraient pas pu se produire en l'absence du réseau.

Les études de cas (annexe B) contiennent de bons exemples du rôle que CANARIE a joué dans la recherche concertée. Dans le cas du projet CBRAIN notamment, CANARIE a permis aux chercheurs d'accéder à huit centres et laboratoires de calcul de haute performance au Canada et à un autre centre en Allemagne. Cet accès a permis à l'équipe de CBRAIN de collaborer au moyen du super ordinateur Julich d'Allemagne, et aux chercheurs allemands en sciences biomédicales de se brancher sur le réseau CBRAIN. CBRAIN a également permis à des chercheurs de toute l'Europe de se connecter par l'intermédiaire d'un nœud de réseau à grande vitesse, situé à Amsterdam. Les membres de l'équipe CBRAIN ont fait des visites aux sites de Julich et Amsterdam pour établir des partenariats permanents de recherche et mettre sur pied des projets de collaboration. CANARIE a également permis aux chercheurs de CBRAIN de se brancher sur le laboratoire de neuro-imagerie de l'UCLA, qui est un site international de premier plan pour la recherche en imagerie cérébrale et un partenaire naturel de l'équipe CBRAIN.

Autre exemple, douze établissements de recherche et deux autorités de transport ont collaboré ensemble pendant les étapes de développement du système ONE-ITS en vue de créer une organisation virtuelle. La plateforme ONE-ITS est maintenant accessible dans le monde entier aux chercheurs et intervenants des milieux du transport, par l'intermédiaire de la Société de recherche ONE-ITS, organisation sans but lucratif qui a été fondée pour régir l'accès à la plateforme ONE-ITS et son intégration. La Société de recherche ONE-ITS collabore étroitement avec STI Canada dans le but d'établir des liens avec la collectivité canadienne des systèmes de transport intelligents. Elle a également établi des liens avec la collectivité STI internationale, par l'intermédiaire des organisations ITS World Congress, ITS America, ITS United Kingdom et ERTICO.

Le laboratoire TRIUMF est l'un des 11 centres mondiaux du réseau et de la grille de calcul les plus perfectionnés au monde. TRIUMF est connecté directement à l'un des plus gros détecteurs de particules (ATLAS), dans le cadre des expériences en physique des particules du Grand collisionneur hadronique (LHC), qui se déroulent à l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) de Genève, Suisse. Le partenariat TRIUMF-CANARIE, en association avec les RORE et des partenaires internationaux, permet aux chercheurs canadiens d'accéder à de l'équipement scientifique et des ressources de données de pointe, tout en fournissant à la collectivité internationale de recherche un centre de dépôt et de distribution des fonds de données et des résultats de la recherche.

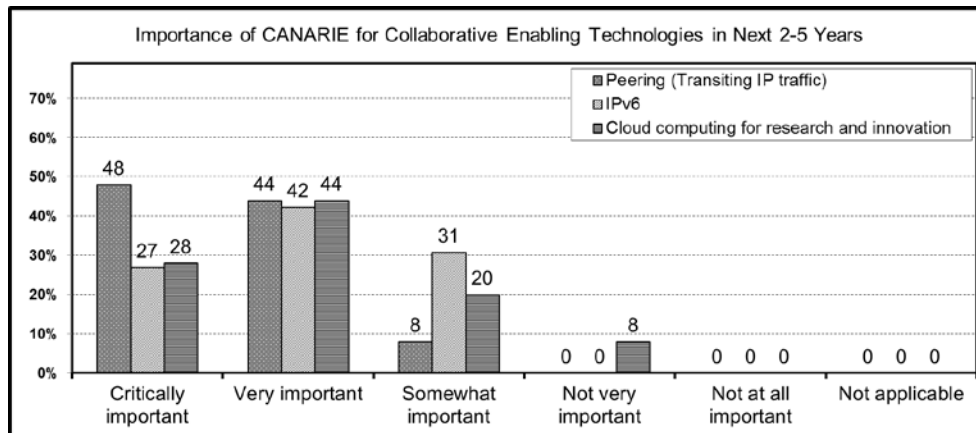
Le Centre national des arts, en partenariat avec CANARIE, utilise le réseau fédérateur de CANARIE et diverses connexions et liens des RORE pour accéder à Internet2 aux États-Unis, afin d'offrir à des étudiants en art d'interprétation un environnement de téléapprentissage de haute qualité dans un certain nombre de centres répartis à travers le Canada. Parmi les autres établissements artistiques qui sont connectés au réseau CANARIE, mentionnons l'Institut Emily Carr d'arts et de design, l'Ontario College of Art and Design, le Banff Centre, le Centre canadien du film et l'Office national du film. Le réseau CANARIE aide ces établissements à collaborer à l'échelle nationale et internationale en vue de transformer l'enseignement des arts et de former ainsi une nouvelle génération d'artistes canadiens de classe mondiale.

La plateforme HSVO a pour but d'aider les établissements médicaux à accéder à des logiciels de simulation, ce qui permet aux formateurs d'accéder à plus d'information et d'établir des liens avec un plus grand nombre d'apprenants, et permet également aux étudiants en médecine et aux médecins résidents d'améliorer leur accès aux ressources d'apprentissage. Le maître d'oeuvre du programme HSVO est la Northern Ontario School of Medicine (NOSM), qui fait partie de l'Université Lakehead. Les fonds sont dispensés par le programme des plateformes sur réseau (PPR) de CANARIE et administrés par l'Université Lakehead, ce qui permet à l'université de créer des activités nationales et internationales de collaboration auxquelles participent un certain nombre de partenaires, dont NOSM West (Thunder Bay), NOSM East (Sudbury), l'Université McGill, iDeal Consulting, l'Institut de technologie de l'information du CNRC (ITI-CNRC, Fredericton), le Centre de recherches sur les communications d'Industrie Canada (CRC, Ottawa), la Stanford University (É.-U.), Innovation in Learning (iIL, É.-U.), l'University of Wisconsin et l'University College, de Cork, Irlande.

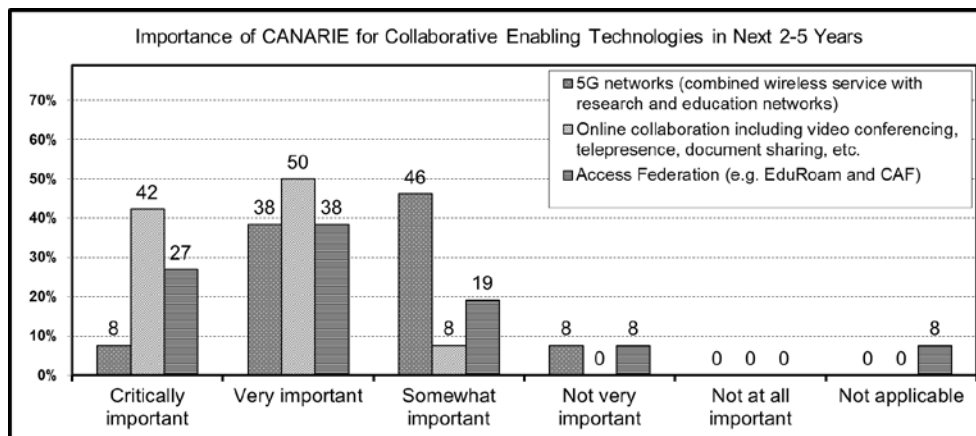
De nombreux autres exemples pourraient être cités pour démontrer que CANARIE a effectivement favorisé la collaboration nationale et internationale des chercheurs et enseignants dans l'ensemble du Canada.

Du point de vue de CANARIE, il est très important pour l'avenir du réseau d'améliorer et de mettre à niveau la technologie qui permet aux chercheurs de collaborer à l'échelle nationale et internationale. Le sondage auprès des utilisateurs de CANARIE a donc demandé aux DPI quelle était l'importance de certaines technologies de recherche concertée pour leur établissement. La pièce 3.3 ci-dessous présente les réponses à cette question. On y voit que l'appairage est considéré comme essentiel ou très important par 72 pour cent des DPI; que la technologie IPv6 est considérée comme essentielle ou très importante par 69 pour cent; que l'informatique en nuage est considérée comme essentielle ou très importante par 72 pour cent; que la collaboration en ligne, comprenant la vidéoconférence, la téléprésence, le partage de documents, etc., est considérée comme essentielle ou très importante par 92 pour cent; et que le service de fédération canadienne d'accès est considéré comme essentiel ou très important par 65 pour cent. À noter cependant que les réseaux 5G ont été jugés essentiels ou très importants par seulement 46 pour cent des DPI. Ce dernier résultat peut être imputable au fait que la combinaison d'un service sans fil au réseau R-E est encore une technologie naissante, qui n'est pas nécessairement bien comprise ou pleinement utilisée au Canada.

**Pièce 3.3 : Question B9 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 26 DPI)**



**Pièce 3.3 (suite) : Question B9 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 26 DPI)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Presque tous les répondants qui ont participé à des activités de recherche et d'enseignement ont déclaré que l'accès à CANARIE était une condition préalable pour accroître la recherche concertée, et que CANARIE avait rempli ses obligations en cette matière pendant le mandat en cours. On peut également conclure de la section qui précède que CANARIE a effectivement servi de vitrine au Canada sur la scène internationale, aussi bien sur le plan de la recherche individuelle que sur celui de la collaboration entre différents établissements de recherche.

### 3.1.3 Réduction des inégalités entre les établissements canadiens de R-E

La question des inégalités peut être divisée en deux volets, à savoir : (i) inégalités entre les régions, provinces et territoires; et (ii) inégalités entre les établissements de différentes tailles et différents lieux dans une même province. La carte du réseau actuel de CANARIE (voir la pièce 2.2) montre que le réseau dessert toutes les provinces et tous les territoires du Canada. L'accès international se fait par Seattle pour les régions de l'Asie et du Pacifique, et par New York, Chicago et St. John's pour l'Europe. L'accès au reste de l'Amérique du Nord et à l'Amérique du Sud se fait par l'intermédiaire de

Chicago. De plus, des liaisons par satellites prolongent les services vers le nord du Canada via Vancouver et Winnipeg.

Presque tous les répondants qui ont été consultés par l'équipe d'évaluation étaient d'avis que CANARIE, en partenariat avec les RORE, a très bien réussi à donner accès au réseau à toutes les régions et tous les établissements du Canada. Il existe des inégalités entre les établissements mais celles-ci résultent de problèmes qui n'ont rien à voir avec un accès fiable au réseau. Selon la plupart des répondants, CANARIE est parvenue à réduire ces inégalités dans la mesure où elle pouvait le faire.

Les personnes qui ont répondu au sondage ont décrit les avantages que la connexion à CANARIE apportait à leur établissement. Les DPI et VPR des petits établissements ont dit qu'ils avaient besoin de CANARIE pour combler les écarts entre leur propre établissement et les grands établissements des régions plus densément peuplées du pays. En effet, CANARIE leur permet de collaborer de façon transparente avec les autres établissements et chercheurs du Canada, en franchissant de vastes distances comme si elles n'existaient pas. De plus, CANARIE les aide à conserver leur personnel et étudiants et à accroître le nombre d'étudiants, même dans les campus éloignés.

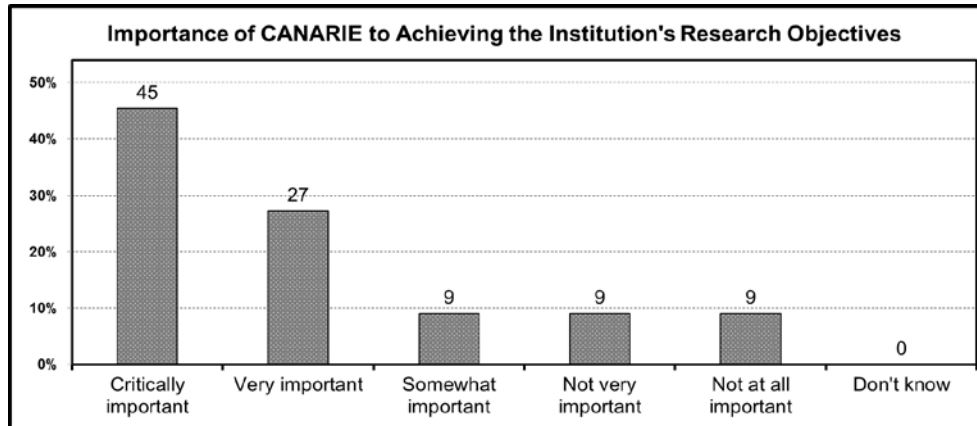
Parmi les autres avantages, mentionnons les économies qui résultent d'une réduction des déplacements nécessaires. À Terre-Neuve par exemple, les déplacements à l'extérieur de l'île sont très dispendieux et pourraient créer un désavantage si CANARIE ne permettait pas aux établissements de collaborer avec ceux des autres provinces. Également, la capacité de collaborer mondialement à un coût abordable pour les petits établissements est un avantage essentiel car elle leur permet d'obtenir de meilleurs résultats aussi bien en recherche fondamentale qu'en recherche appliquée. Le sondage auprès des utilisateurs de CANARIE a révélé de nombreux autres avantages, confirmant ainsi le rôle de CANARIE dans la réduction des inégalités.

### **3.1.4 Importance de CANARIE pour les établissements de R-E et pour les chercheurs**

Pour déterminer l'importance de CANARIE en tant qu'infrastructure numérique essentielle à la recherche et l'enseignement, il est possible de mesurer comment l'organisation renforce les capacités de recherche, aide les établissements de recherche à atteindre leurs objectifs, répond aux besoins des initiatives de collaboration portant sur de très grands ensembles de données, et aide les chercheurs à compléter leurs travaux.

La pièce 3.4 ci-dessous présente les réponses de 11 VPR et montre que 72 pour cent de ceux-ci considèrent le réseau CANARIE comme étant essentiel ou très important pour l'accomplissement des objectifs de recherche de leur établissement. Selon la plupart des répondants qui font des travaux de recherche, l'explosion actuelle des applications à grand volume de données nécessitera de plus en plus de largeur de bande, ce qui devrait pousser CANARIE à augmenter la capacité de son réseau.

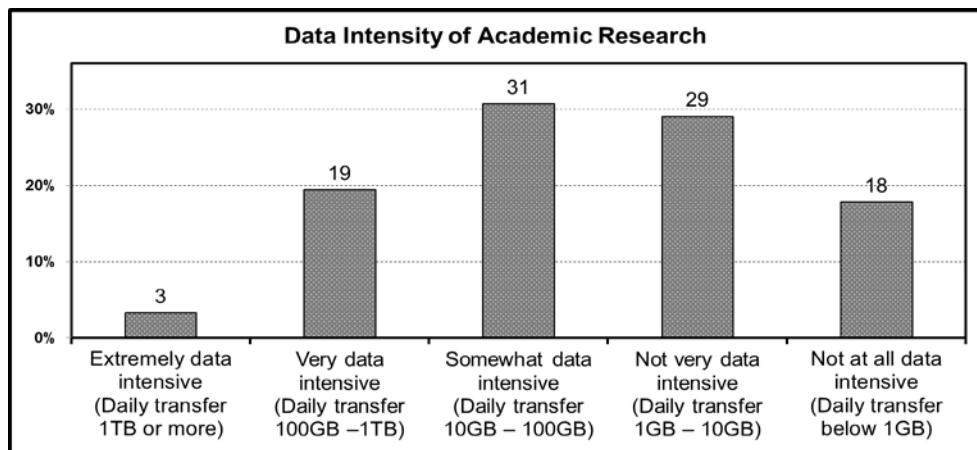
Pièce 3.4 : Question C8 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 11 VPR)



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

La pièce 3.5 ci-dessous montre que la capacité de transmettre de très grandes quantités de données par CANARIE est considérée comme un avantage important pour les chercheurs. Même si le tableau indique que 22 pour cent seulement des chercheurs ont classé leurs travaux dans les catégories « extremely data intensive » ou « very data intensive », il faut souligner ici que la catégorie « somewhat data intensive » représente une très grande quantité de transferts quotidiens de données (10 Go-100 Go), en particulier si l'on considère que la question était adressée à des chercheurs individuels.

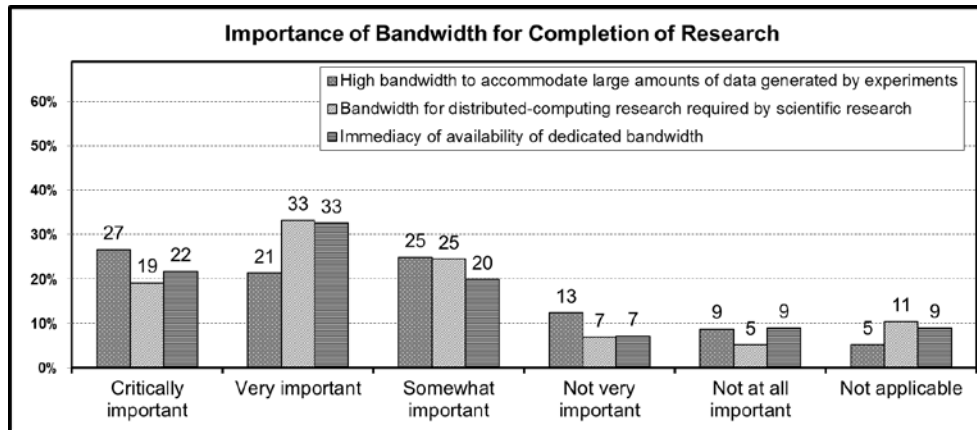
Pièce 3.5 : Question D2 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 62 chercheurs)



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Un autre aspect de la pertinence de CANARIE est l'importance du service à grande largeur de bande que l'organisation fournit en partenariat avec les RORE. La pièce 3.6 ci-dessous montre le degré d'importance que les chercheurs associent à cet indicateur de pertinence, y compris la largeur de bande nécessaire pour transmettre les grandes quantités de données que produisent les expériences, la largeur de bande nécessaire pour l'accès aux ordinateurs répartis qu'utilise la recherche scientifique et la disponibilité immédiate d'une largeur de bande réservée. La majorité des chercheurs (plus de 70 pour cent) considèrent tous ces services comme étant importants.

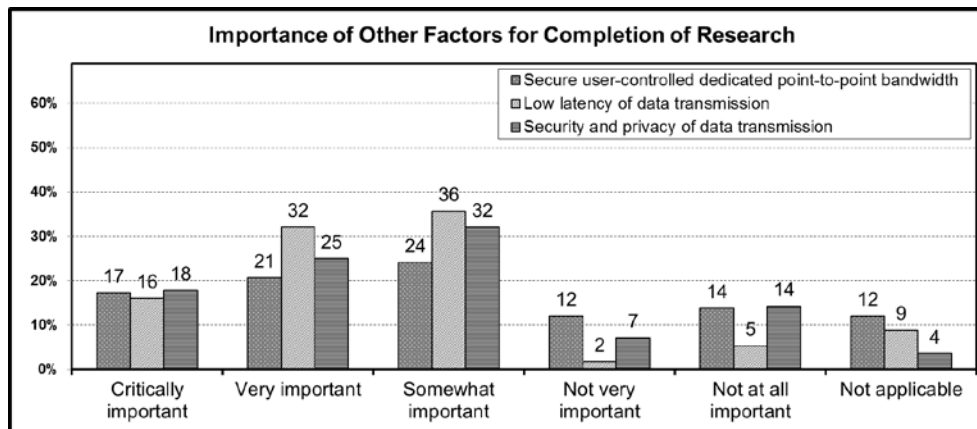
Pièce 3.6 : Question D4 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 58 chercheurs)



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Enfin, la pièce 3.7 montre l'importance relative qu'accordent les chercheurs aux caractéristiques des services de CANARIE, soit la transmission point à point sur une voie réservée, sécurisée et contrôlée par l'utilisateur, le faible temps d'attente dans la transmission des données et la sécurité et confidentialité des données transmises. La majorité des chercheurs (plus de 70 pour cent) considèrent toutes ces caractéristiques comme étant importantes.

Pièce 3.7 : Question D4 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 58 chercheurs)



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

## 3.2 Besoin

**Question d'évaluation :** *Le réseau CANARIE est-il toujours nécessaire?*

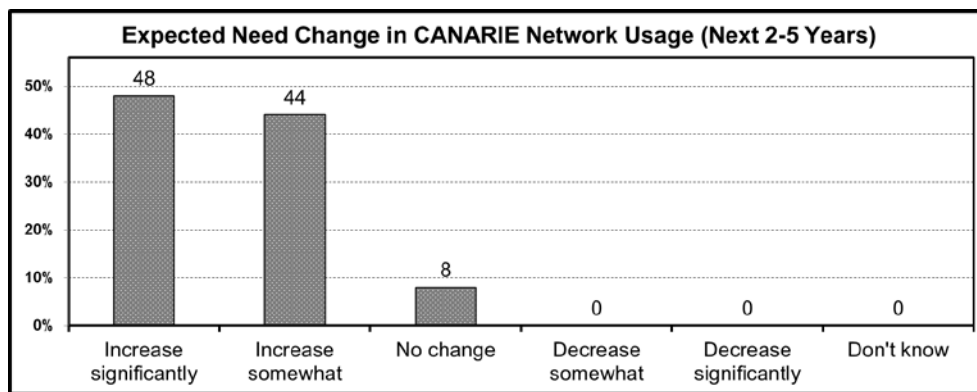
### 3.2.1 Besoin continu de CANARIE

L'évaluation du besoin continu est une nécessité pour un programme gouvernemental qui doit justifier périodiquement ses services et le soutien qu'il fournit. Dans le cas de CANARIE, le renouvellement du mandat se fait à tous les cinq ans. Comme les besoins évoluent avec le temps, il est important que les établissements du secteur public déterminent périodiquement si leurs services sont toujours

nécessaires, spécialement si l'on considère que l'argent provient des contribuables. CANARIE est d'ailleurs tenue de faire une telle évaluation en vertu de son accord de financement avec Industrie Canada.

Les réponses des DPI et des chercheurs aux questions relatives au besoin continu laissent entendre que le réseau CANARIE continuera d'être nécessaire au moins pour les cinq prochaines années. Comme le montre la pièce 3.8 ci-dessous, 48 pour cent des DPI croient que l'utilisation du réseau CANARIE augmentera considérablement et 44 pour cent croient que l'utilisation augmentera quelque peu. Aucun des DPI qui ont répondu au sondage ne croit que l'utilisation de CANARIE diminuera dans leur établissement. On peut donc dire que les DPI qui ont répondu au sondage croient unanimement que le besoin de CANARIE se maintiendra.

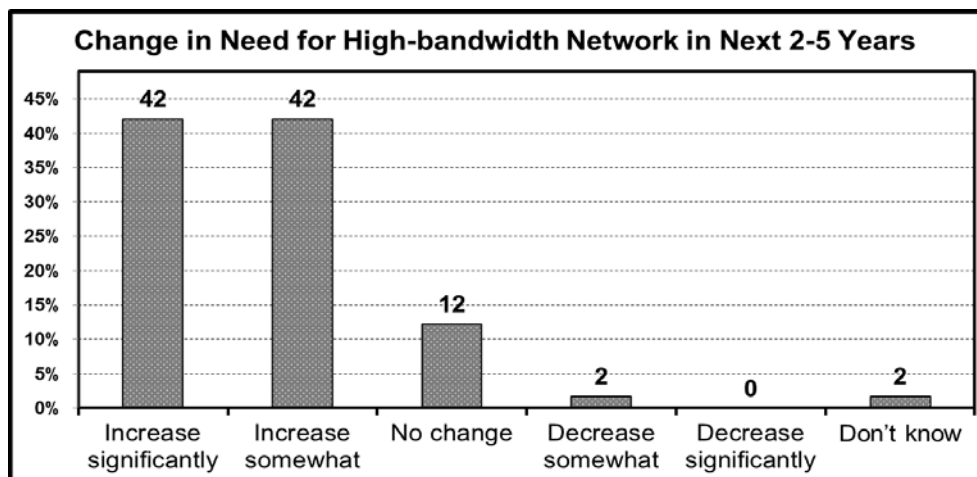
**Pièce 3.8 : Question B8 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 25 DPI)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Dans le même ordre d'idées, une question a été posée aux chercheurs concernant le changement prévu de leur utilisation du réseau à large bande. La pièce 3.9 présente les réponses des chercheurs à cette question.

**Pièce 3.9 : Question D5 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 58 chercheurs)**

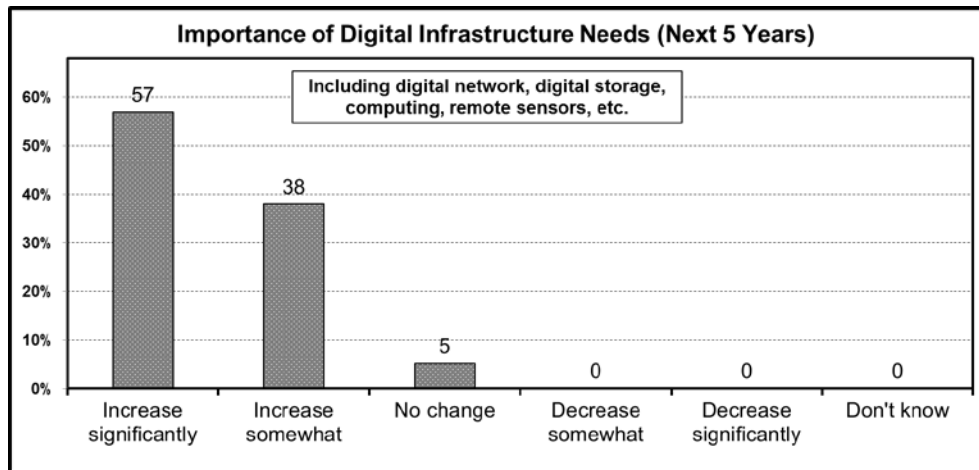


Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Quatre-vingt-quatre pour cent des chercheurs croient que leur utilisation augmentera au cours des deux à cinq prochaines années. Seulement 2 pour cent des chercheurs croient que leur utilisation diminuera quelque peu.

Un autre indicateur qui peut montrer la nécessité du réseau CANARIE est l'importance qu'accordent les chercheurs à l'infrastructure numérique (comprenant le réseau numérique, les mémoires numériques, les ordinateurs, les télé-détecteurs, etc.) pour leurs travaux au cours des cinq prochaines années. Comme le montre la pièce 3.10 ci-dessous, 95 pour cent des chercheurs croient que leur besoin en matière d'infrastructure numérique augmentera. Aucun des chercheurs qui ont répondu au sondage ne croit que les besoin en matière d'infrastructure numérique diminueront.

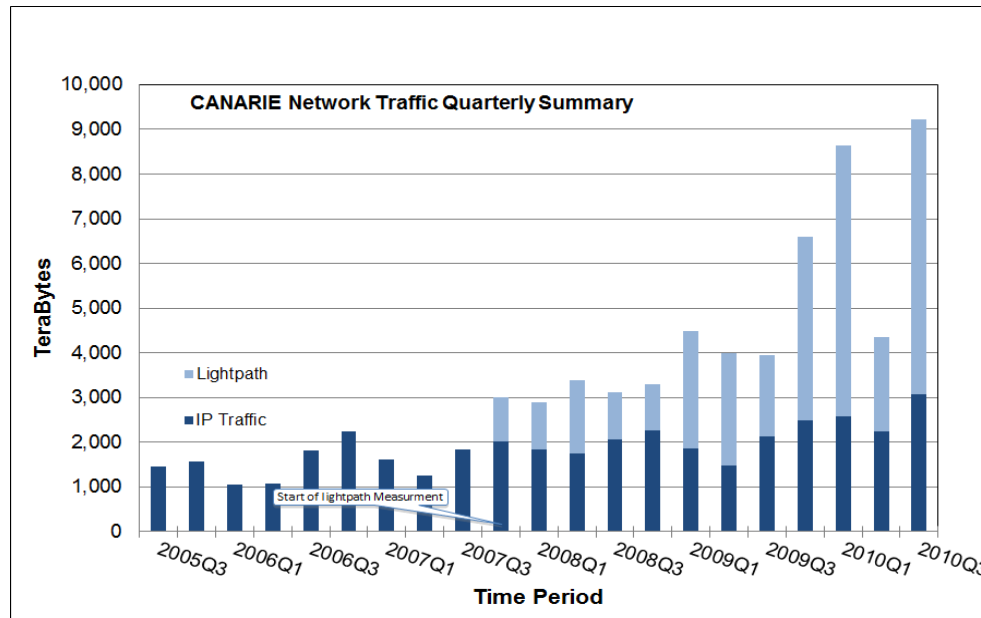
**Pièce 3.10 : Question D7 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 58 chercheurs)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Un autre indicateur de la nécessité du réseau est l'évolution du trafic réel sur le réseau au cours des années. La pièce 3.11 ci-dessous montre que le trafic a augmenté depuis le début du mandat en cours de CANARIE en 2007. La plus grande partie de cette augmentation des besoins, que révèle l'évolution du trafic, est imputable à l'ajout de routes optiques réservées à certains établissements. Il est prévu que ce besoin continuera de croître pendant le prochain mandat.

Pièce 3.11 : Augmentation du trafic sur le réseau CANARIE



Source : Rapports trimestriels du Centre d'exploitation du réseau de CANARIE.

Voici comment l'un des répondants a répondu à la question de la nécessité du réseau : « La demande en largeur de bande augmentera sur le réseau CANARIE et cette augmentation sera imputable à deux principaux facteurs de croissance, à savoir la loi de Moore et l'effet de réseau. »

La loi de Moore décrit l'évolution à long terme de la croissance de l'informatique en général. Cette loi est basée notamment sur le fait que le nombre de transistors qui pouvaient être installés à coût constant sur un circuit intégré doublait environ à tous les deux ans. Cette tendance s'est poursuivie pendant plus d'un demi-siècle et est censée se poursuivre jusqu'en 2015, 2020 ou même plus longtemps. Les caractéristiques d'un grand nombre de dispositifs électroniques numériques sont étroitement liées à la loi de Moore, notamment : vitesse de traitement, capacité de la mémoire, détecteurs et même le nombre et la taille des pixels dans les caméras numériques. Cette augmentation exponentielle a fortement renforcé l'impact des dispositifs électroniques numériques dans presque tous les segments de l'économie mondiale.<sup>2</sup>

La loi de Moore peut également être appliquée au réseau CANARIE, où elle permet de mieux comprendre les besoins, d'orienter la planification à long terme et d'établir des objectifs pour l'usage du réseau par la collectivité de R-E. En raison de la croissance exponentielle décrite ci-dessus, la collectivité R-E aura besoin de plus en plus de logiciels d'application et de plateformes pour pouvoir utiliser aisément le réseau.

L'effet de réseau, qui est le deuxième facteur de croissance mentionné précédemment, signifie que le Canada peut s'attendre à une croissance du trafic annuel sur les réseaux, à mesure que la technologie prendra de la valeur pour les utilisateurs. Lorsque le nombre d'utilisateurs d'un réseau augmente, la valeur de ce réseau augmente de façon exponentielle. En d'autres termes, grâce à l'effet de réseau, la valeur d'un produit ou service augmente en raison directe du nombre d'utilisateurs. L'exemple classique de cet effet est le téléphone. Plus il y a de propriétaires de téléphone, plus le téléphone est précieux pour chaque propriétaire. La même règle s'applique au nombre d'utilisateurs de CANARIE.

<sup>2</sup> Voir la définition de la loi de Moore dans Wikipedia, à l'adresse [http://en.wikipedia.org/wiki/Moore's\\_law](http://en.wikipedia.org/wiki/Moore's_law).

Plus il y a de personnes raccordées au réseau, plus celui-ci devient précieux et plus il devient nécessaire pour les utilisateurs.

Les grands projets scientifiques dépendent fortement d'applications à très grand volume de données. C'est notamment le cas des travaux de recherche en génomique. Une forte croissance du réseau est effectivement prévue au cours des cinq prochaines années en raison des projets de génomique et autres projets de sciences exactes. Cependant, même si les sciences exactes se prêtent davantage à l'utilisation des technologies de réseau, les sciences sociales sont en train de rattraper lentement leur retard, car elles utilisent de nouveaux paradigmes de recherche et des techniques de visualisation qui font davantage appel à la technologie numérique (voir à ce sujet le chapitre 6). On prévoit donc que ces autres domaines entraîneront eux aussi une croissance des besoins en matière de réseau évolué à grande vitesse pour les travaux de R-E.

Le réseau CANARIE continuera d'être nécessaire en raison des connexions de plus en plus nombreuses entre les réseaux d'enseignement et de recherche et différentes catégories de dispositifs sans fil, dont les réseaux à détecteurs sans fil. Comme il s'agit d'une tendance nouvelle, CANARIE n'a pas encore intégré le sans-fil à sa stratégie de connectivité pendant le mandat en cours. Mais ce besoin a été souligné par un certain nombre de répondants, aussi bien au Canada qu'à l'étranger, dans leurs commentaires sur la nécessité de maintenir le réseau CANARIE.

Enfin, l'absence de CANARIE pourrait créer un vide qui empêcherait le Canada de développer pleinement son économie numérique. Certains programmes de CANARIE, comme l'ATIR, montrent l'orientation que le Canada devra prendre dans cette économie. En effet, de tels programmes peuvent encourager les PME à utiliser les possibilités du réseau pour devenir plus concurrentielles. Il est difficile d'imaginer une économie moderne sans un catalyseur comme CANARIE. Toute économie moderne a besoin d'une infrastructure numérique nationale, et le réseau est la colonne vertébrale de cette infrastructure. C'est pourquoi, si le gouvernement mettait fin à son financement de CANARIE, il faudrait trouver autre chose pour le remplacer.

### 3.2.2 Quels risques pourraient découler de la perte de CANARIE?

Cette sous-section traite de la question d'évaluation concernant les risques qui découleraient de l'arrêt du financement de CANARIE par le gouvernement fédéral. L'équipe d'évaluation a demandé aux enquêteurs comment ils percevaient ces risques. Les paragraphes qui suivent discutent d'abord des résultats possibles dans leur ensemble, puis traitent des risques qui se poseraient si aucune autre organisation n'assumait les fonctions de CANARIE.

**Risque de perturbation :** Si l'accord de financement fédéral n'était pas renouvelé, cela ne signifie pas que CANARIE disparaîtrait tout simplement – c'est-à-dire que l'organisation serait démantelée, que ses actifs seraient vendus et ses obligations prises en charge. Il se pourrait notamment que les fonctions de CANARIE soient maintenues, mais dans une autre structure organisationnelle et sous différents accords de financement.

Cette dernière possibilité dépendrait d'une autre formulation des dispositions de financement. Voici quelques formules qui pourraient être employées : un consortium des RORE au Canada; une formule quelconque de paiement par les utilisateurs; l'accès à une partie des subventions de recherche qui sont destinées à des connexions de réseau. Selon les dispositions adoptées, la nature exacte des services de CANARIE pourrait différer de l'ensemble existant, mais le rôle du réseau de base pourrait être préservé. Nous ne supposons pas ici que de telles dispositions pourraient aisément être mises en place et qu'il n'en résulterait pas des pressions considérables sur l'organisation, pendant qu'elle subirait un processus complet de restructuration. Néanmoins, d'après les entrevues des intervenants clés, il semble que CANARIE *pourrait* éventuellement maintenir son rôle actuel, quoique dans un état amoindri comportant des risques de rendement réduit et de perte des avantages associés à sa présence actuelle. Cependant, la période d'incertitude qui résulterait de l'annulation du financement

pourrait transformer les économies attendues en un simple transfert de coûts vers d'autres organisations.

**Risque de perte de services :** Même s'il est vraisemblable que CANARIE continuerait de fonctionner d'une façon ou d'une autre, le démantèlement de l'organisation entraînerait d'autres risques, qui résulteraient de la perte de services. Voici quelles seraient les conséquences d'une telle perte :

- La collaboration dans les milieux de la recherche scientifique au Canada perdrait de son élan.
- La connectivité est-ouest du réseau et la recherche dans les petits établissements diminueraient – et certains établissements canadiens ne pourraient plus communiquer avec les États-Unis que par l'intermédiaire des réseaux de ce pays.
- La recherche concertée du Canada avec les autres pays et son leadership dans les réseaux de recherche en souffrirait.
- Une couche nationale de l'infrastructure de l'économie numérique canadienne serait éliminée.
- Les grands projets scientifiques perdraient une partie de leur connectivité et les investissements considérables dans ces projets seraient en péril.
- L'économie numérique du Canada ferait un pas en arrière.
- Le Canada serait un simple prolongement des réseaux de recherche des États-Unis.
- Le prix de revient global des services réseau augmenterait. En particulier, des dizaines d'établissements R-E du Canada subiraient des hausses considérables de coût pour se brancher sur les réseaux des États-Unis, et certains établissements fédéraux, comme le CNRC et le CRC, devraient entièrement reconstruire leurs propres réseaux nationaux.

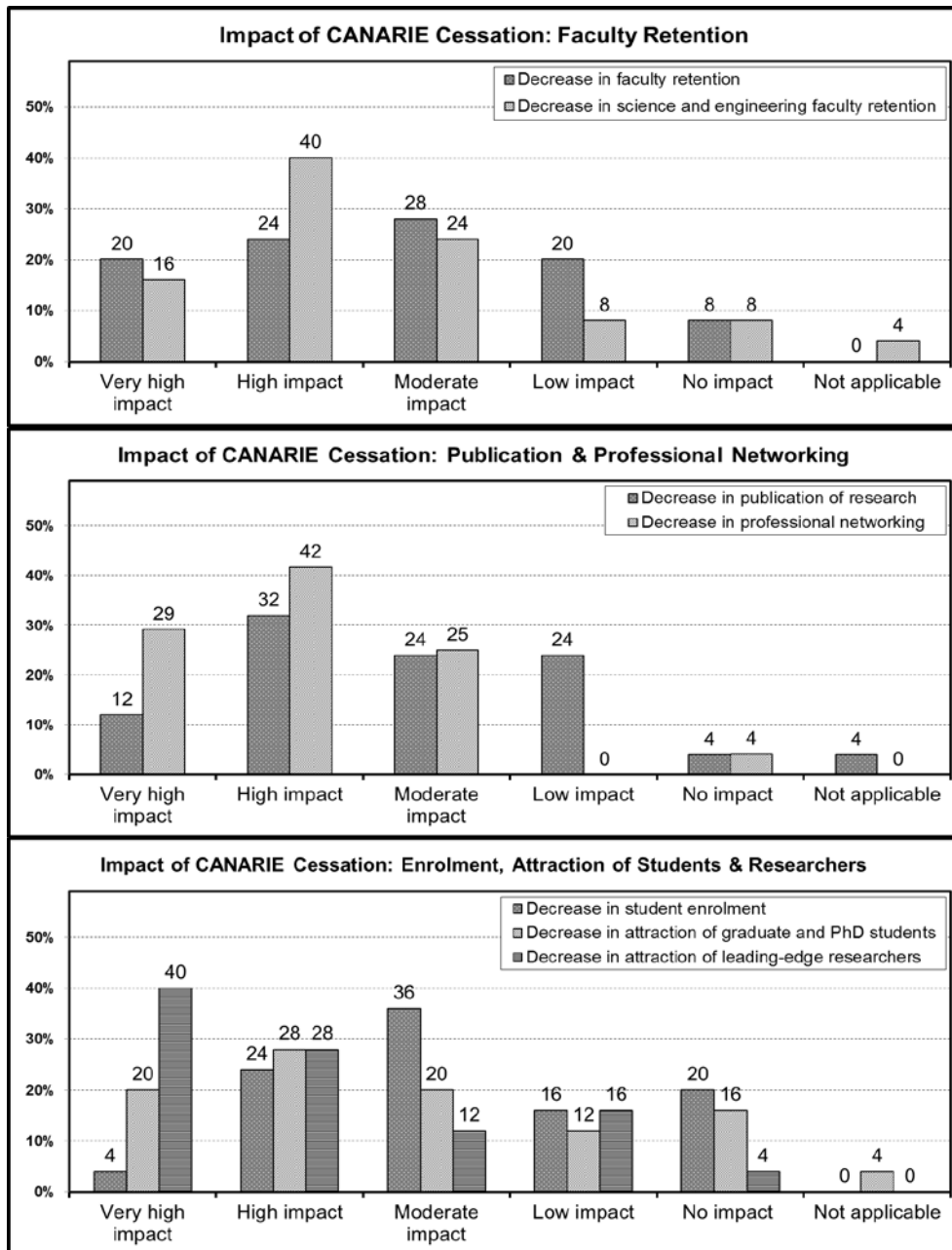
**Impact sur les régions et les provinces :** De l'avis de tous, la perte du réseau CANARIE aurait un impact négatif sur l'interconnexion des petits établissements dans l'ensemble du Canada, sur l'importance de la recherche concertée et sur la participation des petites provinces à la collectivité nationale de recherche et d'enseignement. En l'absence de CANARIE, de nombreux établissements des provinces atlantiques, des Prairies et des territoires du Nord seraient coupés des régions plus densément peuplées du reste du Canada. La participation aux activités et projets nationaux et internationaux de R-E pour ces provinces et régions serait donc plus coûteuse et plus difficile.

Selon les personnes consultées pour la présente étude, les risques décrits ci-dessus seraient très vraisemblables advenant l'annulation du financement de CANARIE, au moins pendant une période de transition que certains ont comparé à une longue route cahoteuse.

**Autres impacts résultant de la perte de CANARIE :** Voici comment se répartissent les réponses au sondage auprès des utilisateurs de CANARIE en ce qui concerne les impacts qui résulteraient de la disparition de CANARIE à la fin du mandat en cours (pièce 3.12) :

- 56 pour cent des DPI ont dit que l'impact serait élevé ou très élevé sur les possibilités de conservation du personnel enseignant et 44 pour cent étaient du même avis pour ce qui est de la conservation du personnel enseignant en sciences et génie.
- 71 pour cent des DPI ont dit que l'impact serait élevé ou très élevé sur la réduction des publications de recherche.
- 44 pour cent des DPI ont déclaré que l'impact serait élevé ou très élevé sur la réduction des réseaux de spécialistes.
- Des impacts d'importance comparable ont été prévus pour la baisse des inscriptions d'étudiants, de même que pour les possibilités d'attirer des étudiants de cycles supérieurs et des chercheurs de premier plan.

Pièce 3.12 : Question B7 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 25 DPI)



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

## **4 Alignement sur les priorités du gouvernement en S-T**

Le document de politique du Canada sur les sciences et la technologie, *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada (2007)*, expose une stratégie qui se fonde sur trois thèmes apparentés : « l'avantage du savoir » - comment placer le Canada à la fine pointe des sciences et de la technologie dans le monde; « l'avantage humain » - comment accroître le nombre de travailleurs du savoir au Canada; et « l'avantage entrepreneurial » - comment faire du Canada un leader mondial en innovation grâce aux sciences et à la technologie. CANARIE joue un rôle de catalyseur dans ces trois aspects de la stratégie des S-T. La présente section traite des deux questions d'évaluation qui ont été posées à ce sujet.

***Questions d'évaluation : Comment CANARIE contribue-t-elle à faire progresser la stratégie générale du pays, qui est de réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada et de créer des avantages concurrentiels?***

***Dans quelle mesure CANARIE a-t-elle contribué à faire progresser les quatre priorités des S-T en matière de recherche et développement, à savoir : (i) sciences et technologies de l'environnement; (ii) sciences et technologies de la vie et de la santé; (iii) ressources naturelles et énergie; et (iv) technologies de l'information et des communications?***

### **4.1 Avantage du savoir**

La politique du Canada en matière de S-T s'est concentrée stratégiquement sur les domaines de recherche qui sont dans l'intérêt national du point de vue social et économique. Le gouvernement a défini quatre domaines prioritaires pour l'attribution des ressources : sciences et technologies de l'environnement; sciences et technologies de la vie et de la santé; ressources naturelles et énergie; et technologies de l'information et des communications.

Pendant le mandat en cours, CANARIE a appuyé directement et indirectement les quatre domaines considérés comme prioritaires par le gouvernement en R-D. Le réseau et les programmes de CANARIE ont facilité la participation du Canada à la recherche à très grand volume de données, aux grands projets scientifiques et aux collaborations mondiales en R-D, ce qui a permis aux chercheurs de repousser les frontières de la connaissance et d'acquérir de nouvelles compétences.

La pièce 4.1 ci-dessous montre la relation entre les projets financés par CANARIE pendant le mandat actuel de 2007-2012 et les domaines considérés comme prioritaires dans la politique du gouvernement en R-D. Toutes les disciplines des sciences fondamentales et sciences appliquées figurent dans ces projets.

Les programmes de CANARIE mentionnés dans la pièce 4.1 comprennent les TI vertes, le PPR et l'ATIR. La répartition des projets financés par CANARIE est conforme aux domaines jugés prioritaires par le gouvernement. Il y a bien sûr des chevauchements de domaine d'intérêt dans tous les projets et il serait raisonnable de soutenir que tous les projets se rapportent d'une façon ou d'une autre à la catégorie des TIC. C'est pourquoi la répartition des projets entre les différentes colonnes est basée sur l'intérêt prédominant dans un domaine particulier de R-D. Il ne faudrait pas en conclure que les projets n'ont pas d'avantages secondaires dans d'autres domaines prioritaires. Par exemple, le projet Science Studio du PPR chevauche un certain nombre de disciplines et d'intérêts en R-D. En effet, cette application logicielle résidant sur le Web permet à des scientifiques de différents domaines d'accéder à distance à des outils spécialisés, des technologies et autres infrastructures situés dans des laboratoires très perfectionnés du Canada, ce qui permet aux chercheurs d'exécuter des expériences sans quitter leurs propres laboratoires ou bureaux. De la même manière, le projet de calcul scientifique réparti orienté services (SOSG) fournit simultanément une plateforme aux scientifiques qui travaillent

dans les domaines S-T de l'environnement et à ceux qui travaillent dans le domaine des ressources naturelles et de l'énergie. Il permet notamment aux chercheurs de traiter les grandes quantités d'information que contient la base de données SAFORAH (System of Agents for Forest Observation Research with Advanced Hierarchies) de Forêts Canada, et il permet aux scientifiques de collecter, échanger et analyser sur demande des données détaillées et des images. On peut donc dire que le projet aide le Canada à mieux surveiller ses forêts, à prendre des mesures pour protéger l'environnement et à accroître sa compétitivité dans les secteurs des ressources naturelles.

#### Pièce 4.1 : Répartition des projets de CANARIE entre les domaines prioritaires en R-D

|   | Technologies et sciences de l'environnement | Ressources naturelles et énergie | Sciences de la vie et de la santé | Technologies de l'information et des communications | Autre |
|---|---|----------------------------------|-----------------------------------|---|-------|
| PROJETS DES TI VERTES   | ✓   |                                  |                                   | ✓   |       |
| ATIR *  |   |                                  |                                   | ✓   | ✓     |
| PROJETS DU PPR :  |   |                                  |                                   |   |       |
| ANISE – Réseau actif d'échange sur les expériences scientifiques  |   | ✓                                |                                   |   | ✓     |
| C-BRASS – Ressources canadiennes en bioinformatique et services sémantiques   |   |                                  | ✓                                 |   |       |
| Réseau canadien de pointe en astronomie (CANFAR)  | ✓   |                                  |                                   |   | ✓     |
| CBRAIN – Réseau canadien de recherche en imagerie cérébrale   |   |                                  | ✓                                 | ✓   |       |
| Portail canadien en sciences spatiales (CSSDP)  | ✓   | ✓                                |                                   |   | ✓     |
| CESWP – Programme de modélisation et d'assimilation de données météo spatiales facilitées par l'informatique en nuage | ✓   |                                  |                                   |   |       |
| Data from the Deep, Judgments from the Crowds   | ✓   |                                  |                                   |   | ✓     |
| Concevoir et créer la cyberinfrastructure cyber-SKA Canada  |   |                                  |                                   |   | ✓     |
| Plateforme sur réseau en gestion de cataclysmes (DR-NEP)  |   |                                  | ✓                                 | ✓   |       |
| GBRAIN – Réseau mondial de recherche en imagerie cérébrale  |   |                                  | ✓                                 | ✓   |       |
| GeoCENS – Cyberinfrastructure géospatiale pour la détection environnementale  | ✓   |                                  |                                   |   |       |
| GeoChronos  | ✓   | ✓                                |                                   |   |       |
| Organisation virtuelle de services de santé (HSVO)  |   |                                  | ✓                                 |   |       |
| Conservation des données patrimoniales en physique des hautes énergies  |   | ✓                                |                                   | ✓   |       |
| Oceans 2.0 – Plateforme pour la création et le soutien d'organisations virtuelles en sciences océaniques              | ✓   | ✓                                |                                   | ✓   |       |
| ONE-ITS (Systèmes de transport intelligents)  | ✓   |                                  |                                   | ✓   | ✓     |
| Open Orchestra  |   |                                  |                                   |   | ✓     |

|   |           |          |          |           |          |
|---|-----------|----------|----------|-----------|----------|
| Plateforme de gestion des connaissances océaniques  | ✓         |          |          |           |          |
| Science Studio                                      | ✓         | ✓        | ✓        | ✓         | ✓        |
| Calcul scientifique réparti orienté services (SOSG) | ✓         | ✓        |          | ✓         |          |
| <b>NOMBRE TOTAL DE COCHES</b>                       | <b>12</b> | <b>7</b> | <b>6</b> | <b>10</b> | <b>9</b> |

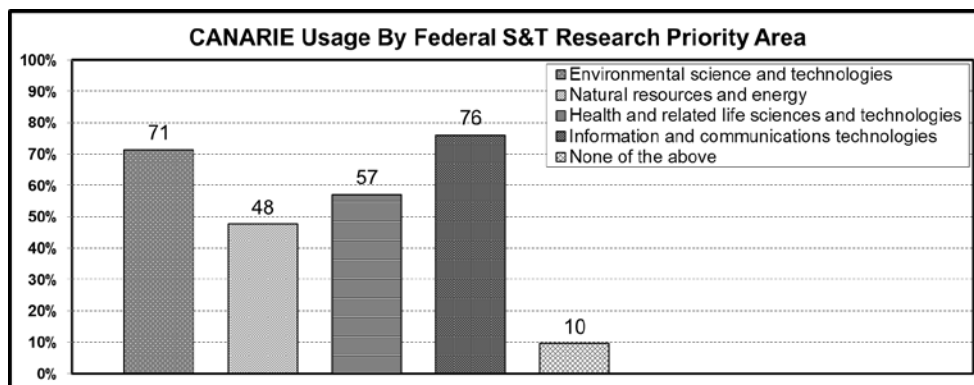
Notes : Les projets de CANARIE sont cochés dans les colonnes qui correspondent aux domaines R-D où ils jouent le rôle le plus important.

\* Comme le programme ATIR vient d'être lancé, il n'est pas encore possible de répartir les projets de ce programme entre les différents domaines d'intérêt. Cependant, comme l'ATIR a pour but de permettre aux PME d'accéder au réseau, il est de ce fait un programme facilitateur des TIC.

Les études de cas de l'annexe B contiennent d'autres preuves de la conformité des projets de CANARIE à l'objectif gouvernemental d'avantage du savoir. Ces études présentent les résultats et avantages particuliers des projets, en spécifiant dans quelle mesure les projets s'alignent sur les priorités de la stratégie canadienne en matière de S-T.

Le sondage auprès des utilisateurs de CANARIE contenait une question sur les domaines prioritaires en R-D. Les DPI devaient dire dans quels domaines prioritaires des S-T le réseau CANARIE était utilisé pour la recherche dans leur établissement. La pièce 4.2 ci-dessous présente la répartition des réponses des 26 DPI qui ont répondu au sondage. Ces réponses confirment en gros (comme c'était le cas dans la pièce 4.1) que l'intérêt est plus élevé dans les domaines des TIC et des sciences de l'environnement, mais elles montrent également que l'utilisation du réseau CANARIE pour la recherche est raisonnablement répartie entre les domaines prioritaires, aucun domaine n'étant laissé pour compte.

**Pièce 4.2 : Question B13 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 26 DPI)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

## 4.2 Avantage humain

La priorité accordée à l'avantage humain dans la stratégie des S-T du Canada a pour but de créer au pays des conditions qui favoriseront la croissance des travailleurs de la connaissance, en formant, recrutant et conservant du personnel hautement qualifié (PHQ) afin que le Canada demeure compétitif et puisse s'affirmer dans l'économie mondiale moderne.

Presque tous les intervenants qui ont répondu à nos questions sur le rôle de CANARIE étaient d'avis que le réseau évolué de recherche et d'enseignement jouait un rôle essentiel dans la réalisation de l'avantage humain. Sans les effets positifs des services et programmes de CANARIE, il serait difficile

(dans quelques réponses, le terme impossible a été employé) de recruter et de conserver des personnes compétentes dans les divers domaines de R-E où le programme est utilisé. Les commentaires des répondants confirment que :

- CANARIE a des effets positifs importants sur l'enseignement car il relie les chercheurs, professeurs et étudiants des universités du Canada et crée de nouveaux moyens de former du personnel hautement qualifié, qui constituera la prochaine génération de chercheurs et professeurs.
- CANARIE facilite les sciences et la recherche dans un grand nombre de disciplines scientifiques, de technologies et de secteurs de l'économie, ce qui mène à des découvertes essentielles pour la prospérité future du Canada et le bien-être de la société canadienne.
- CANARIE contribue à l'avantage humain grâce à des activités de formation et de recherche qui facilitent l'usage du réseau et des programmes associés, y compris les liens avec les RORE.
- CANARIE offre un réseau à large bande de pointe qui autorise la collaboration entre les campus du pays et ceux du reste du monde.

Le sondage auprès des utilisateurs de CANARIE contient d'autres preuves de la contribution de CANARIE à l'avantage humain. La pièce 4.3 ci-dessous montre les réponses de 24 chercheurs sur une question relative à la formation de personnel hautement qualifié. Les chercheurs devaient quantifier le nombre de personnes hautement qualifiées qui avaient été formées grâce au financement de CANARIE. Bien que les chiffres cités soient relativement modestes, ils représenteraient un cumul considérable si on les extrapolait à l'ensemble des disciplines scientifiques des personnes interrogées.

**Pièce 4.3 : Indicateurs de rendement en S-T**  
**Question D12 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 24 chercheurs)**

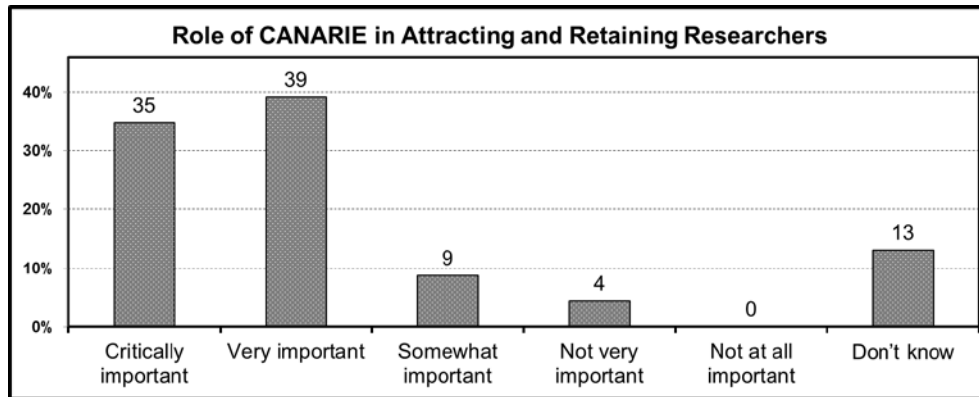
|  | Quantité de PHQ formé grâce au financement de CANARIE (total pour les 24 chercheurs) | Moyenne arrondie par chercheur (basée sur 24 répondants) |
|--|--|--|
| Nombre de boursiers de recherche postdoctorale considérés comme personnel hautement qualifié (PHQ) | 33   | 1  |
| Nombre de techniciens considérés comme personnel hautement qualifié (PHQ)                          | 69   | 3  |
| Nombre d'étudiants au doctorat considérés comme personnel hautement qualifié (PHQ)                 | 50   | 2  |
| Nombre d'étudiants à la maîtrise considérés comme personnel hautement qualifié (PHQ)               | 82   | 3  |
| Nombre d'étudiants de premier cycle considérés comme personnel hautement qualifié (PHQ)            | 2 059  | 86   |

Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Les DPI et VPR qui ont participé au sondage devaient également répondre à une question sur le personnel hautement qualifié. Pour les DPI, la question portait sur l'importance de CANARIE en matière de recrutement et conservation de chercheurs hautement qualifiés (pièce 4.4). Des 23 répondants, 35 pour cent ont jugé que le rôle de CANARIE était essentiel et 39 pour cent ont jugé

que ce rôle était important. Seulement 4 pour cent des répondants ont jugé que le rôle de CANARIE n'était pas important.

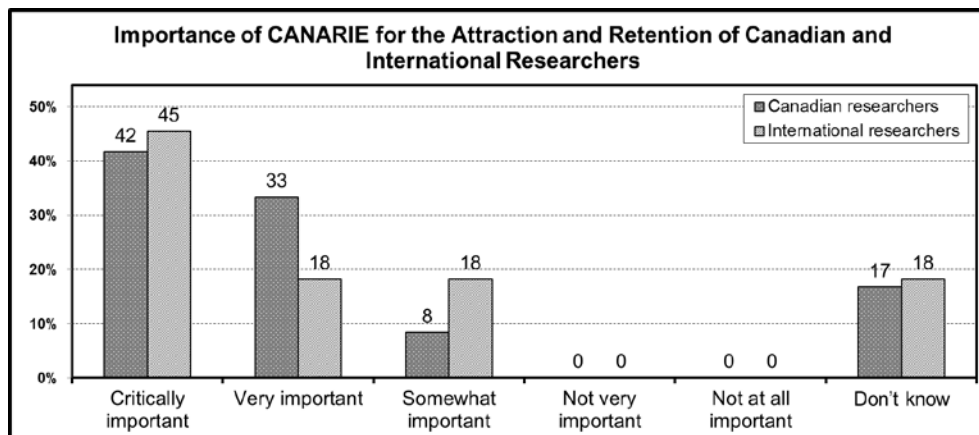
**Pièce 4.4 : Question B18 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 23 DPI)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Quant aux VPR, ils devaient juger de l'importance de CANARIE pour recruter et conserver des chercheurs hautement qualifiés du Canada et du reste du monde. La pièce 4.5 ci-dessous présente les résultats des réponses à cette question. Des 12 VPR qui ont répondu à la question, aucun n'a jugé que CANARIE n'avait aucune importance. Soixante-quinze pour cent des VPR ont déclaré que CANARIE était essentiel ou très important pour recruter et conserver des chercheurs canadiens. Cinquante-huit pour cent des VPR ont déclaré que CANARIE était essentiel ou très important pour recruter ou conserver des chercheurs *internationaux*.

**Pièce 4.5 : Questions C5 et C6 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 12 VPR)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

### 4.3 Avantage entrepreneurial

Bien que CANARIE ne se soit pas particulièrement concentrée pendant le mandat en cours sur les objectifs relatifs aux entreprises, comme la commercialisation, l'essaimage d'entreprise et la prestation de services aux petites et moyennes entreprises ou aux entreprises multinationales – les programmes et le réseau de l'organisation ont néanmoins contribué directement ou indirectement à l'avantage entrepreneurial.

Les entrevues effectuées par l'équipe d'évaluation démontrent clairement la contribution de CANARIE à l'avantage entrepreneurial. Plus précisément, les entrevues confirment les effets ci-dessous :

- CANARIE contribue à soutenir la réputation internationale du Canada en réseautique évoluée, en fournissant des avantages aussi bien au secteur de la recherche qu'à celui des entreprises.
- CANARIE fournit des possibilités de réseau évolué à des chercheurs qui travaillent en partenariat avec l'industrie, et augmente la capacité de recherche des entreprises qui participent à des projets de recherche concertée.
- CANARIE dispense des fonds à des entreprises et à leurs partenaires de recherche afin d'accélérer la recherche et le développement dans des domaines qui dépendent de la réseautique évoluée, comme celui des TI vertes.
- CANARIE représente une partie importante de l'infrastructure nationale des S-T, car les machines et installations scientifiques qu'elle relie au pays et dans le reste du monde constituent une part importante des dépenses mondiales en R-D, ce qui a des effets positifs sur les entreprises et le secteur universitaire (notamment le Centre canadien de rayonnement synchrotron à l'adresse [www.lightsource.ca](http://www.lightsource.ca); le CERN, Organisation européenne pour la recherche nucléaire, à l'adresse [www.cern.ch](http://www.cern.ch), et des expériences comme celle de Neptune Canada à l'adresse [www.neptunecanada.ca](http://www.neptunecanada.ca)).
- CANARIE fournit également une connectivité répartie pour des collaborations à très grande capacité de calcul entre le secteur universitaire, le gouvernement et les entreprises (comme celles organisées par Calcul Canada à l'adresse [www.computecanada.org](http://www.computecanada.org)).

Les études de cas de l'annexe B donnent également quelques exemples de la contribution de CANARIE à l'avantage entrepreneurial. Les travaux des laboratoires CBRAIN/GBRAIN ont créé par essaimage une entreprise qui fait de l'analyse à grande échelle d'imagerie cérébrale pour des sociétés pharmaceutiques (voir [www.biospective.com](http://www.biospective.com)). Biospective offre des services d'analyse préclinique et clinique, comprenant des études IRM, des études pathologiques, des modèles oncologiques, et des études d'autoradiographie, immunohistochimie et autres. De plus, cette entreprise fait des simulations et analyses d'essais cliniques, et constitue des bases de données pour des organisations comme Oracle.

Le projet ONE-ITS (Systèmes de transport intelligents) rend plus efficace la commercialisation de la recherche qui se fait actuellement dans le domaine des systèmes de transport intelligents. Auparavant, les chercheurs devaient consacrer beaucoup de temps et d'argent simplement pour obtenir les données nécessaires et pour construire les plateformes autonomes dont ils avaient besoin pour faire de la recherche appliquée en vue de trouver des solutions pratiques à la gestion et au contrôle de la circulation routière. Comme la plateforme ONE-ITS élimine cette étape préliminaire, elle aide les chercheurs à accélérer leurs travaux et à trouver ainsi des applications commerciales, de même que de nouveaux produits et services.

Le soutien de CANARIE à l'initiative TRIUMF pourrait essayer des entreprises commerciales par l'application du savoir-faire et des leçons apprises pendant les transferts massifs de données entre de multiples réseaux. Cet essaimage pourrait mener à des applications multimédias évoluées.

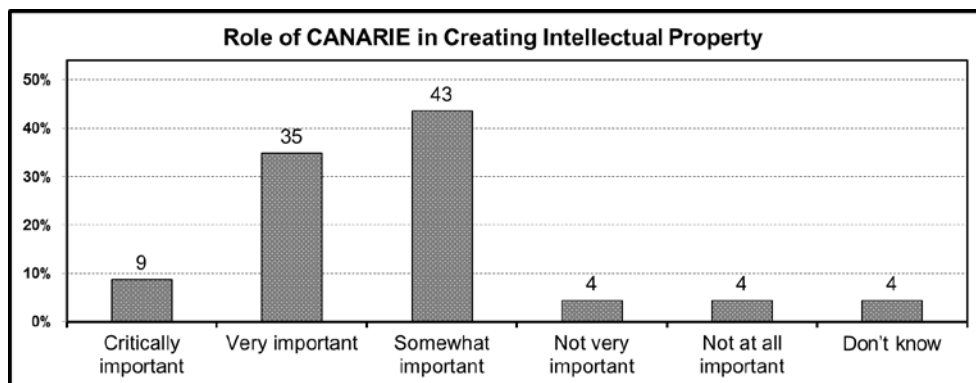
En travaillant avec les collectivités artistiques dans le cadre du projet Open Orchestra, CANARIE a réussi à élargir la portée des applications financées par l'organisation et par ses partenaires, atteignant ainsi un public plus large que le public traditionnel des scientifiques et ingénieurs. Ceci représente un effort entrepreneurial de CANARIE pour faire utiliser l'infrastructure réseau R-E du Canada par des collectivités n'appartenant pas à son champ d'application traditionnel. En mars 2011, Astral Radio, division de l'entreprise canadienne cotée en bourse Astral Media Inc., a fait un don de 2,3 millions de dollars à la Fondation du Centre national des arts — soit la contribution la plus importante aux arts du spectacle jamais reçue par le CNA.

L'initiative des organisations virtuelles de services de santé (HSVO) a considérablement amélioré le rendement de l'investissement dans les technologies évoluées de simulation et les technologies connexes, en permettant le partage virtuel des ressources sans tenir compte des distances et des frontières. Cette amélioration pourrait favoriser la création d'entreprises commerciales en vue de créer de nouvelles approches pour la conception, l'analyse et l'évaluation des produits et services de formation, et d'améliorer ainsi l'efficacité des systèmes et la sécurité des patients.

Mentionnons en terminant que le sondage auprès des utilisateurs de CANARIE comportait un certain nombre de questions sur des indicateurs relatifs à l'avantage entrepreneurial. L'un de ces indicateurs est la propriété intellectuelle créée par la recherche qu'appuie CANARIE.

La pièce 4.6 ci-dessous montre les réponses de 23 DPI à cette question. Quarante-sept pour cent des DPI ont déclaré que CANARIE a effectivement joué un rôle important dans la création de la propriété intellectuelle.

**Pièce 4.6 : Question B19 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 23 DPI)**



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Parmi les autres indicateurs indirects de la contribution à l'avantage entrepreneurial, mentionnons les impacts qu'ont les chercheurs des établissements canadiens de S-T sur leur collectivité et sur la recherche fondamentale et appliquée dans leur domaine d'intérêt. La pièce 4.5 ci-dessous montre les réponses de 24 chercheurs en S-T au sujet de ces indicateurs indirects. Ces chiffres montrent que les chercheurs ont été très actifs dans la production d'articles scientifiques et de rapports techniques évalués par des pairs. Ils montrent également que les chercheurs ont eu de nombreuses interactions avec leurs collègues, au cours d'événements comme des conférences, ateliers et réunions. Bien que l'échantillonnage de 24 chercheurs en S-T soit relativement modeste, les résultats obtenus pourraient représenter un cumul considérable si on les extrapolait à l'ensemble des disciplines des répondants. Même si ces indicateurs reflètent l'activité et la productivité à l'avant-garde du continuum de recherche et développement, ils montrent clairement l'impact actuel de CANARIE sur les chercheurs. Lorsque des programmes comme l'ATIR seront entièrement déployés, on pourra mesurer les impacts de CANARIE sur les phases ultérieures de R-D, car ce programme est spécifiquement conçu pour accélérer la commercialisation des résultats de la recherche.

**Pièce 4.5 : Indicateurs de rendement en S-T**  
**Question D12 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 24 chercheurs)**

|   | Quantité attribuable à l'usage des fonds de CANARIE | Moyenne arrondie par chercheur, basée sur 24 répondants |
|---|---|---|
| Nombre d'articles scientifiques (dans les revues spécialisées soumises à des évaluations par les pairs) | 66  | 3   |
| Nombre de rapports techniques   | 59  | 3   |
| Nombre de présentations à des conférences, ateliers et réunions   | 168   | 7   |

## **5 Preuves d'efficacité et d'économie**

Comme CANARIE Inc. est une organisation financée par le gouvernement, elle est censée fournir ses services et ses programmes de soutien de façon efficace, conformément aux modalités de l'accord de financement avec Industrie Canada. Cette exigence inclut l'attribution efficace des ressources et la distribution appropriée des fonds aux programmes en vue d'atteindre les résultats attendus et les objectifs de l'organisation. L'organisation doit également faire preuve d'économie dans l'exploitation du réseau et dans les activités complémentaires de ses programmes.

### **5.1 Financement en vue d'atteindre les objectifs du programme**

***Question d'évaluation : Depuis le 1<sup>er</sup> avril 2007, CANARIE a-t-elle dispensé les fonds nécessaires et suffisants et les a-t-elle répartis de façon appropriée dans l'ensemble du Canada, en vue d'atteindre ses objectifs en matière d'exploitation du réseau et de programmes de soutien?***

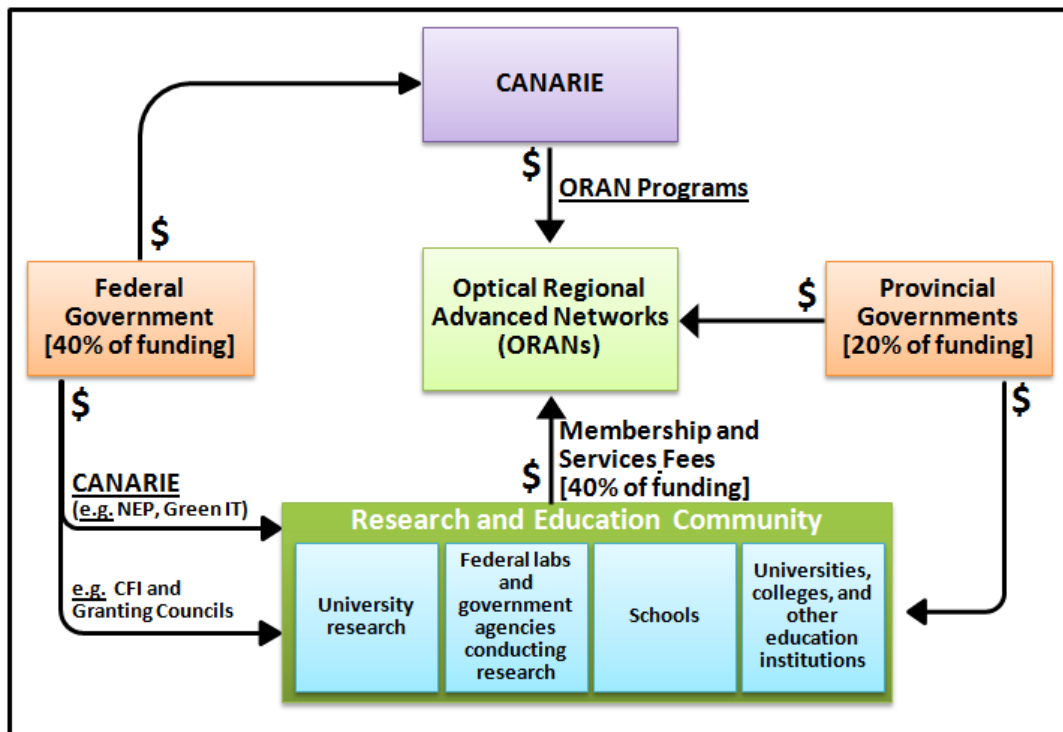
L'accord de financement de CANARIE par Industrie Canada stipule que CANARIE doit atteindre les objectifs de l'accord « dans la mesure où ses ressources le permettent ». Ceci signifie que l'organisation doit établir des priorités et tenir compte de ses ressources limitées dans ses décisions relatives à l'attribution et à la distribution des fonds. Selon la plupart des répondants, CANARIE a fait des choix judicieux dans l'investissement des fonds pendant le mandat en cours, en se concentrant sur les besoins pertinents de la collectivité R-E, en particulier sur les programmes d'extension et de mise à niveau de l'infrastructure, et en finançant des plateformes sur réseau qui favorisent une recherche de classe mondiale et qui ouvrent ainsi de nouvelles avenues dans un certain nombre de disciplines et de domaines d'activités. La grande majorité des répondants était d'avis que CANARIE a effectivement respecté les limites de son budget et bien équilibré ses ressources entre l'exploitation du réseau et l'appui à l'innovation technologique. Bien que le mandat de CANARIE soit très vaste, les différents projets et initiatives qu'elle a choisis pendant le mandat en cours ont été efficaces et ont trouvé un juste équilibre entre les besoins définis par les objectifs de l'organisation.

Malgré ces conclusions positives, certains répondants ont déclaré que CANARIE devrait explorer en profondeur la possibilité de diversifier ses sources de financement pour être en mesure d'entreprendre un plus grand nombre d'initiatives et de financer des projets additionnels, en particulier des projets favorisant la participation de l'industrie à l'utilisation du réseau et des projets de commercialisation des résultats de R-D. En réponse à cette proposition, CANARIE a décidé de lancer le programme ATIR, qui en est encore à la phase pilote. Or, en raison de son cycle de financement de cinq ans, CANARIE est incapable de prendre des engagements à long terme pendant la dernière partie de son mandat, puisqu'elle n'est pas certaine du renouvellement du programme par Industrie Canada. Ce cycle de renouvellement de cinq ans a des effets négatifs sur les décisions d'investissement de CANARIE dans ses programmes, et sur sa capacité à financer de nouveaux projets ou à assumer des responsabilités à long terme et créer des partenariats pour réaliser de nouveaux services réseau.

Il se peut que certaines des réponses relatives au financement des initiatives de CANARIE et à la diversification de ses sources de revenu découlent d'une mauvaise compréhension du modèle de financement de CANARIE et de ses partenaires pour la prestation de services réseau à grande vitesse à la collectivité R-E. Le modèle général de financement de l'alliance ou du partenariat canadien qui fournit les services de réseau à grande vitesse comprend les RORE et CANARIE. La part de CANARIE dans le financement du système représente seulement 40 % du total. On peut

donc dire que CANARIE ne constitue qu'une seule des sources de financement du système. La pièce 5.1 ci-dessous montre la circulation des fonds qui sont attribués à l'alliance responsable du réseau évolué du Canada (comprenant CANARIE et les RORE). Cette alliance partage les coûts de développement, mise à niveau, extension et exploitation du système dans l'ensemble du Canada, au profit de la collectivité de recherche et d'enseignement.

**Pièce 5.1 : Circulation des fonds destinés à l'alliance du réseau évolué du Canada (CANARIE et RORE)**



Source : Les parts de financement sont basées sur une évaluation préliminaire de CANARIE à partir des données extraites d'un sondage des RORE. La part fédérale est de 40 % du financement total, la part provinciale est de 20 % et les 40 % restants proviennent des frais d'adhésion et de services.

CANARIE dispense des fonds aux RORE pour appuyer l'exploitation et la mise à niveau du système. Elle dispense également des fonds à la collectivité R-E pour appuyer divers projets de recherche et d'enseignement, comprenant les programmes PPR et TI vertes. Cependant, comme le montre le diagramme, les fonds cumulés de CANARIE ne représentent qu'environ 40 pour cent du financement total. La contribution cumulative des gouvernements provinciaux s'élève à 20 pour cent du financement et les 40 pour cent restants proviennent des frais d'adhésion et de services que perçoivent les RORE.

Voici une citation de l'un des répondants qui résume assez bien les défis posés par le modèle actuel de financement :

« Le renouvellement du mandat à tous les cinq ans est problématique. L'exploitation et la mise à jour du réseau nécessitent des engagements à long terme, tant de la part de CANARIE que de la part de ses partenaires au niveau provincial. Le cycle de cinq ans empêche CANARIE de prendre

certaines décisions à long terme concernant les investissements technologiques. Le modèle opérationnel est basé sur l'hypothèse selon laquelle CANARIE n'est qu'un simple projet, et non une infrastructure essentielle. Il faudrait que quelqu'un élabore un dossier pour faire valoir que CANARIE n'est plus un projet dont le bien-fondé doit être démontré, mais plutôt une réalité qui ne peut plus être niée et dont le fonctionnement doit être basé sur un modèle opérationnel et financier durable. Ce modèle pourrait comprendre une forme quelconque de facturation des partenaires et utilisateurs du réseau. »

Un autre répondant a soutenu l'argument contraire, selon lequel CANARIE ne peut pas couvrir entièrement les dépenses de ses programmes et les dépenses d'exploitation, en particulier parce que le réseau est d'envergure nationale. Le soutien du gouvernement fédéral est nécessaire pour la coordination et l'exploitation du réseau national, et pour financer une partie du développement de l'infrastructure du réseau et de l'appui à l'innovation dans l'ensemble du Canada. En l'absence de l'appui et du financement du secteur public, il serait beaucoup plus difficile pour CANARIE d'intégrer les diverses composantes du réseau, d'assumer son rôle de moteur de l'infrastructure numérique du Canada et de coordonner les avantages internationaux que procure au pays la présence d'un réseau de recherche et d'enseignement véritablement national.

Parmi les points dont ont discuté les répondants en ce qui concerne le modèle de financement de CANARIE, il convient de mentionner ici l'idée selon laquelle « les utilisateurs pourraient ou devraient payer pour le réseau ». Il se peut que le débat concernant l'usage de fonds publics ou privés pour financer le réseau soit une question qui dépasse la portée de la présente étude. Ce qu'il faut retenir à ce sujet cependant, c'est que CANARIE a bien réalisé son mandat d'exploitation du réseau conformément aux modalités de l'accord de financement, qu'elle a atteint ses objectifs à l'intérieur d'un modèle de partage des coûts (pièce 5.1), comprenant des contributions des gouvernements fédéral et provinciaux et des utilisateurs eux-mêmes, et qu'elle a fait preuve d'efficacité et d'économie dans la méthode adoptée (comme nous le verrons dans la section suivante).

## 5.2 Efficacité et économie dans l'exploitation du réseau

### ***Question d'évaluation : CANARIE a-t-elle fait preuve d'efficacité et d'économie dans l'exploitation du réseau?***

Le modèle de financement de CANARIE présenté dans la section précédente montre clairement que le réseau est réalisé en partenariat avec les RORE. Les fonds que CANARIE consacre à l'exploitation et aux programmes proviennent en partie de sources de financement provinciales et des frais d'utilisation et d'adhésion, et vice-versa. Le fonctionnement du système est basé sur une alliance de partage des coûts qui a jusqu'ici fonctionné efficacement. Cela ne signifie pas que le financement a été suffisant pour répondre à tous les besoins. Le chapitre suivant traitera de la question des nouvelles orientations. Une chose est certaine, si de nouvelles orientations devaient être adoptées, elles nécessiteraient sûrement des fonds supplémentaires pour leur mise en œuvre.

Les commentaires recueillis pendant les entrevues démontrent clairement qu'il faut séparer la question du financement de CANARIE en tant que réseau de celle de CANARIE en tant qu'organisation qui reçoit des fonds complémentaires pour ses programmes de R-D. Le réseau CANARIE ne peut tout simplement pas être aboli. Il est possible que les programmes de R-D financés par CANARIE soient délégués ou transférés à d'autres organisations du gouvernement fédéral – mais la fermeture du réseau lui-même n'est pas une possibilité viable.

Si le gouvernement fédéral cessait de financer l'exploitation du réseau, le marché trouverait un moyen quelconque de remplacer le système mais ce moyen ne serait pas aussi économique pour la collectivité R-E et finirait probablement par coûter plus cher au gouvernement. L'argument irréfutable sur ce point est que le gouvernement fédéral canadien dépense actuellement 7 milliards de dollars par année pour appuyer la R-D à orientation commerciale. Cet important investissement est appuyé par une infrastructure de réseau numérique qui coûte en moyenne 24 millions de dollars par année, ce qui représente 0,34 pour cent des dépenses du gouvernement en R-D. Ce pourcentage diminue encore si l'on considère uniquement les coûts du centre d'exploitation du réseau, c'est-à-dire si l'on exclut les programmes R-D de CANARIE (notamment PPR et TI vertes).

Une autre façon d'examiner la question de l'efficacité et de l'économie dans l'exploitation du réseau est de considérer certains repères internationaux. La pièce 5.2 ci-dessous compare le budget annuel de CANARIE à ceux de trois réseaux américains et des réseaux SURFnet des Pays-Bas, AARnet d'Australie et JANET du Royaume-Uni. Bien que le budget et l'effectif de ces réseaux ne soient pas exactement comparables sur les plans de l'ensemble des services offerts, de la portée, du mandat et de la couverture géographique, ces chiffres indiquent que CANARIE fonctionne avec un budget relativement modeste et qu'elle fait preuve d'économie en ce qui concerne le personnel affecté à l'exploitation et à la gestion du réseau.

#### Pièce 5.2 : CANARIE et ses homologues internationaux (comparaison des réseaux)

| NREN  | BUDGET ANNUUEL 2010 <sup>(1)</sup>   | SERVICES OFFERTS <sup>(2)</sup>  | SERVICES PLANIFIÉS  |
|---|--|--|---|
| <u>ÉTATS-UNIS</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Internet2</li> <li>ESNet</li> <li>NLR</li> </ul> | ~ 36 millions \$<br>~ 30 millions \$<br>~ 20 millions \$<br>Total~<br>86 millions \$ | Appairage, fédération d'identité   | Informatique en nuage   |
| <u>PAYS-BAS</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>SURFnet</li> </ul>                                 | ~ 48 millions \$   | Appairage, hébergement, vidéo, écriture miroir, fédération d'identité  | Grille de calcul, stockage de données, informatique en nuage        |
| <u>AUSTRALIE</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>AARNet</li> </ul>                                 | ~ 41 millions \$   | Appairage, hébergement, écriture miroir, fédération d'identité   | Grille de calcul, stockage de données, vidéo, informatique en nuage |
| <u>ROYAUME-UNI</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>JANET</li> </ul>                                | ~ 91 millions \$   | Grille de calcul, stockage de données, appairage, hébergement, vidéo, écriture miroir, fédération d'identité | --  |
| <u>CANADA</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>CANARIE</li> </ul>                                   | ~ 8,4 millions \$ <sup>(3)</sup>   | Appairage, fédération d'identité   | --  |

Source : Information fournie par le personnel de CANARIE Inc.

#### Notes :

(1) Le budget annuel et l'effectif des réseaux sont des approximations de CANARIE Inc. basées sur l'information disponible sur les NREN (réseaux nationaux de recherche et d'enseignement). Les chiffres mentionnés s'appliquent exclusivement à l'exploitation du réseau, c'est-à-dire qu'ils ne

comprennent pas l'appui financier aux programmes de développement technologique ou d'innovation.

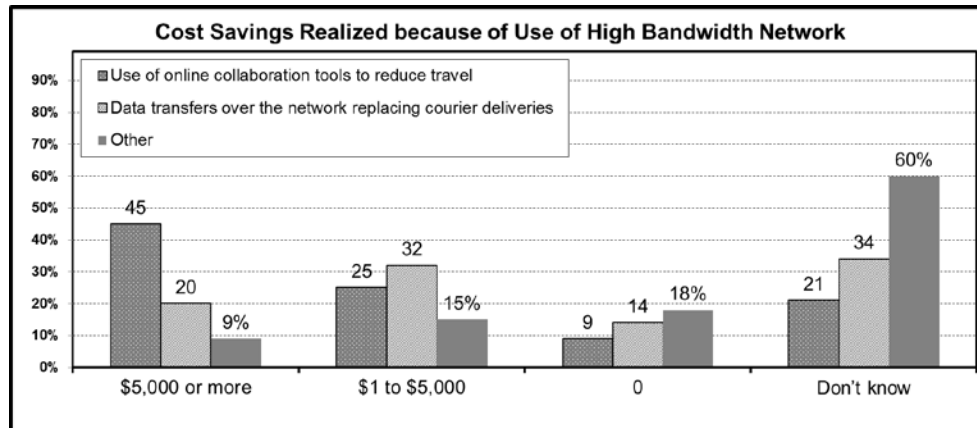
(2) Le terme « grille de calcul » désigne le stockage réparti spécifiquement destiné aux utilisateurs de calcul en réseau; le terme « stockage de données » désigne le stockage réparti destiné à l'ensemble des utilisateurs du NREN; le terme « vidéo » désigne les serveurs vidéo qu'utilisent les sites du NREN; le terme « écriture miroir » désigne l'écriture simultanée du contenu à l'extérieur du NREN; le terme « hébergement » désigne l'hébergement de contenu commercial et/ou de serveurs résidant sur le NREN; le terme « informatique en nuage » désigne les services correspondants; le terme « fédération d'identité » désigne la fonction permettant aux utilisateurs d'un domaine d'accéder de façon sécurisée et transparente aux données ou systèmes d'un autre domaine.

(3) Ce budget porte exclusivement sur les dépenses liées à l'exploitation du réseau en 2009-2010. Le budget consacré au réseau varie d'une année à l'autre selon les immobilisations nécessaires.

Il convient de noter ici que, par comparaison aux autres pays, le Canada a des conditions climatiques complexes et s'étend sur un vaste territoire, dans lequel les agglomérations sont séparées par de très grandes distances. De telles conditions accroissent les difficultés liées à l'exploitation d'un NREN et nécessiteraient conséquemment plus d'investissement. Malgré cela, même si les repères utilisés pour la comparaison ne sont que des indicateurs approximatifs, on peut dire que le budget de CANARIE se compare avantageusement à ceux de ses homologues pour le mandat en cours.

Un autre aspect à considérer sur le plan de l'efficacité et de l'économie est la mesure dans laquelle CANARIE a pu générer des économies pour les utilisateurs. Dans le sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, une des questions posées aux chercheurs portait sur les économies annuelles qu'ils ont réalisées en raison de leur usage d'un réseau à grande largeur de bande, en l'occurrence CANARIE (voir la pièce 5.3 ci-dessous). Cinquante-six chercheurs ont répondu à cette question en disant qu'ils avaient effectivement réalisé des économies, principalement en utilisant des outils de collaboration en ligne pour réduire les déplacements. Soixante pour cent des répondants ont déclaré avoir fait des économies dans cette catégorie. Cinquante-deux pour cent ont déclaré avoir fait des économies en remplaçant les services de messagerie par des transferts de données sur le réseau; et 24 pour cent ont déclaré avoir fait des économies dans d'autres domaines. Le pourcentage relativement élevé de chercheurs qui ont répondu « Ne sais pas » laisse entendre que les économies étaient vraisemblablement supérieures à celles indiquées mais qu'elles n'avaient pas été chiffrées par les répondants.

Pièce 5.3 : Question D6 du sondage auprès des utilisateurs de CANARIE (N = 56 chercheurs)



Source : Sondage auprès des utilisateurs de CANARIE, mars 2011.

Cette question des économies réalisées grâce à CANARIE comporte d'autres aspects intéressants. Par exemple, la connectivité est fournie à un coût qui représente une fraction du prix demandé par les entreprises privées de télécommunications, car CANARIE est une organisation sans but lucratif qui n'a pas conclu d'accord sur les niveaux de service (ANS) avec les RORE. De plus, le coût est faible parce que la redondance n'est pas nécessaire – ce qui n'empêche pas la collectivité R-E du Canada de reconnaître généralement que CANARIE fournit des services fiables et efficaces qui répondent adéquatement à ses besoins.

Les économies proviennent également de la normalisation du réseau, du développement de protocoles communs et d'applications normalisées dans la couche supra-réseau – c'est-à-dire au niveau du logiciel et de l'intergiciel. De plus, comme CANARIE est un réseau fermé, il est plus économique que ceux des entreprises privées de télécommunications. C'est pourquoi certains sont d'avis que CANARIE n'aura pas besoin d'accord sur les niveaux de services, tant que la fiabilité du système pourra répondre aux besoins des utilisateurs.

À un autre niveau, CANARIE procure également des économies aux fournisseurs d'information. En effet, en se branchant sur le réseau de CANARIE, les fournisseurs d'informations scientifiques, techniques et médicales, de même que les bibliothèques peuvent distribuer de façon économique leurs documents et services à tous les chercheurs du Canada.

Finalement, sur la question du modèle le plus efficace pour l'exploitation d'un réseau national, un petit nombre de répondants étaient d'avis qu'il serait bon d'envisager des configurations différentes – par exemple la fusion de l'ensemble des RORE et de CANARIE dans un seul grand réseau national de recherche. À l'autre extrémité du spectre, il serait également possible de décentraliser complètement l'exploitation des RORE. Ces deux options (centralisation-décentralisation) peuvent avoir leurs avantages et inconvénients mais elles n'ont pas été éprouvées dans le contexte canadien et il se peut que ni l'une ni l'autre ne convienne à la répartition entre les niveaux fédéral et provincial des établissements et institutions politiques du pays. La majorité des répondants étaient d'avis que le système de partenariat CANARIE-RORE avait bien fonctionné jusqu'ici sur les plans de la gouvernance, de l'établissement des programmes et de la prestation des services réseau, et que ce système avait bien protégé les intérêts des Canadiens tant sur le plan provincial que sur le plan national.

Le défi qu'il faut maintenant relever est celui de l'élaboration et de l'adoption d'une approche nationale de réseau qui réponde le plus efficacement possible aux nouvelles exigences créées par

l'évolution de l'économie numérique – exigences nécessitant une approche capable d'intégrer le calcul de haute performance, les services de réseau à grande largeur de bande et le stockage de données, de même que le savoir-faire nécessaire pour faire fonctionner et gérer ces différentes composantes de l'infrastructure numérique. Bien que ce défi n'ait pas été spécifiquement envisagé ni défini comme objectif par CANARIE pendant le mandat en cours, il semble évident que CANARIE devra contribuer à relever ce défi au cours des cinq prochaines années, en particulier parce qu'elle joue un rôle vital de catalyseur en fournissant une couche importante de l'économie numérique émergente du Canada.

### 5.3 Réalisation des programmes de soutien financier

#### **Question d'évaluation : CANARIE a-t-elle fait preuve d'efficacité et d'économie dans la réalisation de ses programmes de soutien?**

Les programmes de soutien à la R-D de Canarie ont pour but de faire évoluer la technologie, d'alimenter l'innovation dans des projets qui sont proches du niveau d'exploitation du réseau, et de créer des plateformes flexibles et des applications dans la couche supra-réseau. Ces programmes sont un investissement dans l'évolution technologique qui rend le réseau CANARIE plus aisément utilisable par la collectivité R-E, soit notamment des outils et des logiciels d'interface. Les réseaux homologues des autres pays obtiennent une grande partie de leur financement du secteur public mais elles ont l'avantage de recevoir également des contributions de l'industrie. Aux États-Unis par exemple, le financement des réseaux provient de plusieurs sources – comprenant le secteur privé et les programmes des différents niveaux de gouvernement, à savoir le niveau des États et le niveau fédéral. Au Canada, la totalité du financement de CANARIE provient d'Industrie Canada. CANARIE dépend donc essentiellement d'une seule source de financement.

Cependant, comme l'a montré la pièce 5.1, l'alliance entre CANARIE et les RORE pour la constitution d'un réseau national évolué est un partenariat à partage de coûts, dans lequel la part de CANARIE s'élève à 40 pour cent. La composante de CANARIE qui forme le programme de soutien à la R-D, dont le budget est d'environ 50 millions de dollars sur les 120 millions de dollars fournis par Industrie Canada pour chaque mandat de cinq ans, est réalisée principalement en dispensant des fonds à des projets individuels. Pour cela, CANARIE annonce des concours auxquels les candidats soumettent des propositions. La plus grande partie des fonds de CANARIE destinés à des projets (26,4 millions de dollars) a été attribuée au Programme de plateformes sur réseau (PPR). Les programmes TI vertes et ATIR ont reçu chacun des montants moindres mais quand même importants, soit respectivement 2,38 millions de dollars et 3 millions de dollars.

Le modèle de financement de CANARIE est conçu pour fournir à ces programmes complémentaires les fonds nécessaires pour stimuler l'innovation technologique et pour faire du réseau une initiative de pointe capable de favoriser la recherche et le développement au Canada. D'après tous les commentaires recueillis pendant les entrevues, les programmes de financement de CANARIE ont répondu à des besoins pertinents de façon économique. Cependant, les personnes interrogées ont proposé d'envisager d'autres modèles de réalisation des programmes. Voici un résumé des propositions et commentaires que les répondants ont fait à ce sujet :

- De toute évidence, l'IRSC, la FCI et le CRSH ne pourraient pas prendre en charge la réalisation de ces programmes car leur champ d'application est trop limité. Par contre, le CRSNG serait un choix évident, car il est bien connu que les conseils dispensateurs de fonds font partie des modèles de financement les plus efficaces pour l'attribution de fonds à la collectivité R-E. La rentabilité de leurs programmes a été démontrée à plusieurs reprises par des études d'évaluation.

- CANARIE est au moins aussi efficace que le CRSNG – si l'on tient compte de l'effectif très réduit de CANARIE et des différences entre les budgets et le mandat des deux organisations.
- Les programmes de CANARIE sont uniques et ne font jamais double emploi avec les programmes financés par d'autres organismes fédéraux. Pour que CANARIE puisse exploiter le réseau et le maintenir à la fine pointe de la technologie, il faut que l'organisation finance des programmes de soutien dans un cadre de travail qui assujettit ces programmes à l'exploitation du réseau.
- CANARIE ne ressemble pas aux autres conseils dispensateurs de fonds, car son financement est beaucoup plus dirigé et se concentre principalement sur la recherche appliquée qui est particulièrement importante pour les outils technologiques du réseau. Cette orientation n'est pas compatible avec les programmes des conseils dispensateurs, ceux-ci ayant généralement une portée beaucoup plus large.

Un petit nombre de répondants ont mentionné que CANARIE aura continuellement besoin des fonds du gouvernement pour accomplir les objectifs de son mandat et absorber la demande sans cesse croissante en largeur de bande. Selon certaines estimations, le taux d'augmentation de la demande en largeur de bande est de 100 pour cent par année. Pour d'autres répondants, le défi principal que CANARIE devra relever est celui de l'explosion prochaine de la quantité de données à transmettre, non seulement en provenance des scientifiques et ingénieurs mais aussi d'un nombre croissant d'autres domaines. Dans de telles conditions d'augmentation de la demande, l'exploitation de CANARIE en tant qu'infrastructure de R-E essentielle nécessitera le financement du gouvernement – et il ne faudrait pas considérer comme une stratégie viable à long terme la mise en place de programmes de financement à recouvrement des coûts, pour des initiatives semblables aux programmes PPR, TI vertes ou ATIR.

## **6 Nouvelles orientations**

Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre 3, toutes les personnes consultées pendant les entrevues et le sondage s'attendent à une augmentation continue des besoins des utilisateurs de CANARIE en tant que réseau national évolué de recherche et d'enseignement. Dans ce contexte, les répondants ont exprimé des opinions divergentes aussi bien que convergentes sur les priorités que devrait adopter CANARIE pour sa contribution à l'évolution de l'économie numérique du Canada.

### **6.1 Exploitation du réseau**

#### **6.1.1 Rétablissement ou maintien de la position de leadership**

L'exploitation du réseau est la mission première de CANARIE. Les besoins de la collectivité de recherche et d'enseignement en matière de collaboration et de partage des résultats et ressources de recherche ont été bien documentés, et les entrevues organisées par l'équipe d'évaluation ont fait ressortir à plusieurs reprises le rôle important de CANARIE dans cette collaboration. Même si, de l'avis de tous, CANARIE a atteint son objectif de connecter les établissements canadiens en offrant un niveau acceptable de fiabilité et de services, il est vraisemblable que la mise en place de nouvelles applications et l'élargissement de la collectivité des utilisateurs nécessiteront des investissements dans le développement de nouvelles architectures et outils de pointe qui contribueront à l'augmentation de l'appairage et des collaborations internationales, à une augmentation de la largeur de bande, à de nouvelles plateformes de recherche destinées à un public plus large d'utilisateurs, y compris ceux des sciences sociales, de même qu'à l'introduction de normes industrielles de performance et de fiabilité. Bien que CANARIE ait continuellement développé et mis à niveau ses activités (voir les sections 2.1.1 et 2.1.2), elle a du mal à suivre l'évolution rapide des technologies sous-jacentes du réseau. Pour qu'elle puisse maintenir son réseau à la fine pointe de la technologie, elle doit donc réagir plus rapidement aux progrès technologiques et à l'évolution des besoins de la collectivité R-E. C'est seulement dans la mesure où CANARIE pourra faire de tels investissements qu'elle se placera à l'avant-garde et reprendra sa position de leader parmi ses homologues des NREN.

#### **6.1.2 Apport de l'informatique en nuage**

Le domaine des TIC a connu un rythme rapide de croissance au cours des trois dernières décennies, sous l'effet d'une série d'innovations remarquables qui ont provoqué une suite d'augmentations exponentielles de la puissance de calcul, de la vitesse des réseaux et de leur largeur de bande. En conséquence, l'industrie a profondément bouleversé les pratiques usuelles du monde des affaires. Cependant, la vitesse de l'évolution a eu des conséquences inattendues, notamment la désuétude de systèmes mondiaux complexes et des doubles emplois qui pourraient, s'ils ne sont pas contrôlés, accaparer une partie croissante des budgets mondiaux de TIC.

Dans son incarnation actuelle, l'informatique en nuage constitue l'évolution naturelle de la prestation de certaines catégories de services de TIC. Cette évolution réduira les coûts de gestion de systèmes complexes et freinera la croissance des dépenses en matière de TIC redondantes, en exerçant des pressions de normalisation tout en ouvrant de nouvelles avenues pour l'innovation de haut niveau à partir de services partagés. Voici la définition la plus fréquemment citée de l'informatique en nuage, soit celle du NIST :

L'informatique en nuage est un modèle qui permet d'accéder par réseau, de façon pratique et sur demande, à un ensemble partagé de ressources informatiques configurables (comprenant réseaux, serveurs, mémoires, applications et services), qui peuvent être rapidement fournies et libérées avec un minimum d'effort de gestion ou d'interaction avec le fournisseur de services.

- Computer Security Research Centre du NIST, <http://csrc.nist.gov>

Les principaux éléments de cette définition correspondent à ce que sera l'avenir de l'informatique en nuage : commodité, partage des ressources, configurabilité et minimum de coûts indirects.

Les services d'informatique en nuage sont habituellement gérés par des interfaces de gestion virtuelle. Certains des NREN européens offrent actuellement des services de virtualisation en nuage.<sup>3</sup> Cela signifie que les services sont fournis virtuellement entre les couches de stockage, réseau et informatique.

Les avantages à court terme de l'informatique en nuage résultent d'un effort pour réduire les coûts et la complexité des services informatiques. En fait, cette consolidation a été l'un des motifs les plus importants pour l'adoption de l'informatique en nuage en tant qu'orientation stratégique par les grandes entreprises commerciales (notamment Amazon, Google, Microsoft et Oracle).

Dans cette perspective, CANARIE peut jouer et joue effectivement un rôle important en faisant fonctionner un réseau économique et fiable qui relie la collectivité des utilisateurs à un réseau de plus en plus diversifié de fournisseurs de ressources informatiques des secteurs public et privé. Cependant, pour que CANARIE puisse s'adapter à l'informatique en nuage, elle devra modifier ses niveaux de service à la demande, et veiller à l'uniformité, la rentabilité et la disponibilité constante des services, pour tenir compte des exigences de plus en plus grandes de la collectivité des utilisateurs pendant leur transition à l'informatique en nuage.

### 6.1.3 Services de soutien de CANARIE

L'examen par l'équipe d'évaluation des homologues de CANARIE dans d'autres pays a montré que presque tous les NREN participent à la prestation d'un éventail important de services à leur collectivité d'utilisateurs. Le groupe de travail sur la gestion des gammes de services de TERENA est d'ailleurs en train d'élaborer la typologie de ces services. Voici la hiérarchie de la version la plus récente de cette typologie :<sup>4</sup>

- services de connectivité et de réseau;
- services de sécurité;
- services de mobilité et d'authentification;
- services de livraison de contenu – hébergement – stockage – hébergement;
- outils de collaboration sur réseau et de vidéoconférence;
- ressources informatiques sur réseau;
- apprentissage en ligne/enseignement et apprentissage à distance : recherche en ligne;
- interaction avec les utilisateurs – diffusion des connaissances;
- activités/services latéraux des NREN.

<sup>3</sup> TERENA Compendium of National Research and Education Networks in Europe, édition 2010.  
[www.terena.org/compendium](http://www.terena.org/compendium).

<sup>4</sup> *ibid.*

Les NREN fournissent généralement un éventail de services de soutien aux utilisateurs, comme ceux mentionnés ci-dessus. Ces services se présentent fréquemment sous la forme de cours. CANARIE a elle-même fourni des services de formation à diverses occasions dans certains des domaines mentionnés ci-dessus, aussi bien au niveau des RORE qu'à celui des groupes d'utilisateurs (notamment la collectivité des utilisateurs du gouvernement du Canada).

Cependant, certains des services mentionnés précédemment, notamment les ressources informatiques et la connectivité réseau, sont des services partagés avec d'autres organisations. Dans leur totalité, ces services constituent une composante essentielle de l'infrastructure numérique qui dessert la collectivité R-E du Canada. Comme le nombre d'utilisateurs de services réseau continuera d'augmenter, il faudra inévitablement élaborer une stratégie d'intégration et de leadership. Même si CANARIE n'est qu'un seul des acteurs de l'infrastructure numérique, elle joue un rôle central dans cette infrastructure et, par conséquent, devra évaluer les services aux utilisateurs qui seront nécessaires pour soutenir les activités du réseau et les bénéficiaires de son programme de financement, de même que ses propres compétences dans la prestation de ces services en vue de les renforcer et de les préparer pour les exigences futures.

## **6.2 Appui à l'innovation technologique**

### **6.2.1 Affermissement de l'avantage en recherche du Canada**

En collaboration avec les RORE et d'autres partenaires nationaux et internationaux, CANARIE a au cours des années étendu la connectivité et augmenter progressivement la largeur de bande de son réseau fédérateur, de sorte qu'il y a maintenant des milliers d'organisations techniques, scientifiques, éducatives et médicales qui utilisent et tirent parti de ce réseau. Ces organisations représentent la grande majorité des établissements de recherche du Canada, en particulier ceux qui sont financés par le secteur public (notamment hôpitaux, universités et laboratoires du gouvernement). Cependant, il reste une lacune à combler en ce qui concerne l'accès du secteur privé au réseau. Bien que la capacité d'accès, la largeur de bande et la performance du réseau conviennent très bien à la collectivité de recherche, une bonne partie de l'innovation qui se produit au Canada est attribuable aux petites et moyennes entreprises (PME). Dans la mesure du possible, CANARIE devrait donc entreprendre des activités de promotion, facilitation et soutien des PME en vue d'en faire des utilisateurs actifs du réseau. Cette initiative nécessitera l'examen de la politique d'utilisation acceptable afin de garantir qu'elle ne créera pas de conflits commerciaux. Dans cette perspective, on peut dire que CANARIE est bien placé pour jouer un rôle important dans le renforcement de l'avantage en recherche du Canada.

### **6.2.2 Accélération de la commercialisation**

Le programme ATIR est un excellent exemple du genre de banc d'essai nécessaire pour accélérer la commercialisation des innovations au Canada. Ce programme est basé sur une méthode relativement peu coûteuse d'exploitation de l'infrastructure existante pour fournir à l'industrie et au milieu universitaire un environnement dans lequel ils pourront développer et tester des applications numériques novatrices.

Cependant, CANARIE ne peut pas se contenter de fournir l'infrastructure. Comme un banc d'essai de l'innovation technologique est en fait une proposition de valeur, il faut l'aligner sur l'écosystème existant de l'innovation. Cet écosystème englobe les associations sans but lucratif, les universités, les collèges, les laboratoires gouvernementaux et les organismes de financement, de même que les sociétés de capitaux à risque et capitaux providentiels. Pour que son banc d'essai de l'innovation ait le plus grand impact possible, CANARIE devra coordonner ses activités avec celles des intervenants

mentionnés ci-dessus, pour garantir que ses offres tiennent compte des mécanismes de financement de la recherche, des cycles commerciaux et des trimestres universitaires (pour les internes) et, ce qui est sans doute plus important, elle devra s'assurer que les entrepreneurs soient admissibles à ses offres.

En établissant des partenariats avec des associations industrielles, CANARIE pourrait plus aisément atteindre les groupes sectoriels de façon pertinente. De plus, en s'associant au programme PARI du CNRC, CANARIE pourrait atteindre toutes les PME du Canada par l'intermédiaire du Réseau des conseillers en technologie industrielle.

Ainsi, en continuant de fournir un réseau et une infrastructure de calcul sécurisés et de haute qualité et en établissant des partenariats avec d'autres organisations pour rendre cet investissement plus aisément accessible et utile aux innovateurs canadiens, CANARIE pourrait jouer un rôle essentiel dans l'accélération de la commercialisation des produits et services des TIC.

### 6.2.3 TI vertes

Le programme des TI vertes est un autre exemple des moyens qu'emploie CANARIE pour alimenter l'innovation au Canada. Le principal projet que finance ce programme est le réseau GreenStar (GSN). Bien que ce réseau en soit encore à sa phase initiale (voir l'étude de cas dans l'annexe B), il a démontré son potentiel et pourrait être utilisé pour développer des applications dans presque tous les secteurs de l'économie canadienne. CANARIE a fourni à moindre coût les services de réseau et de banc d'essai pour la création du réseau GreenStar. Et si le réseau obtenait de CANARIE le financement nécessaire, il pourrait envisager d'établir un certain nombre de partenariats. Les paragraphes qui suivent discutent de deux de ces projets.

Le projet de collaboration entre le réseau GreenStar et Mantychore<sup>5</sup> a pour but de faciliter l'échange d'informations scientifiques et techniques sur les TIC vertes, et d'utiliser des sources d'énergie autonomes sans émissions de carbone pour alimenter les réseaux de télécommunications et les centres de données. La composante du projet attribuée à GreenStar est divisée en trois phases, dont seule la première a été financée jusqu'ici par CANARIE. Si GreenStar ne peut obtenir le financement nécessaire de CANARIE, l'organisation ne pourra entreprendre les deux phases suivantes du projet. La phase 1 du projet intégrera les nœuds GSN européens au réseau GreenStar du Canada. Ces nœuds feront interface avec l'intergiciel réparti d'informatique en nuage de GSN, et ils hébergeront des machines virtuelles qui migreront entre le Canada et l'Europe dans leur poursuite de l'énergie éolienne et solaire.

Dans la phase 2 du projet Mantychore, les nœuds GSN européens seront réorganisés pour former un réseau GSN autonome et indépendant, constituant ainsi un banc d'essai européen pour l'alimentation électrique de services TIC à partir de sources d'énergie renouvelable. Ce réseau GSN européen utilisera le logiciel GSN canadien. Dans la phase 3, les réseaux GSN indépendants de l'Europe et du Canada seront fédérés pour former un réseau de réseaux. Le réseau GreenStar et ses partenaires européens s'efforceront d'obtenir du financement commun pour cette phase.

Le second projet, appelé Protocole de mesure du carbone de GSN (GMP), a pour but d'atteindre l'objectif ultime de CANARIE, qui est l'établissement de crédits de carbone. Cet objectif est soumis à un certain nombre de considérations techniques, dont les principales sont liées à la mesure des

---

<sup>5</sup> Mantychore est un partenaire européen du réseau GreenStar qui a adopté une approche d'infrastructure-service (IaaS) pour permettre aux NREN de déployer un réseau configurable et automatisable, dans lequel les collectivités de recherche virtuelle peuvent contrôler les routeurs, commutateurs, dispositifs optiques et réseaux IP de façon à les adapter aux besoins de leurs applications. Cette technologie sera probablement utilisée en premier lieu pour fournir des services de grille de calcul et d'informatique en nuage.

émissions de carbone par les TIC. Dans le cadre du projet GMP, un protocole de mesure des émissions de carbone sera mis au point pour déterminer les éléments qui doivent être mesurés. En effet, la mesure fiable des émissions de CO<sub>2</sub> est la première étape à franchir pour garantir que le secteur des TIC sera neutre en carbone. Le réseau GreenStar devra obtenir des fonds de CANARIE pour réaliser les phases ultérieures d'élaboration de normes et de mise en œuvre du projet.

Bien qu'il soit trop tôt pour évaluer l'effet ultime des projets financés par le programme TI vertes sur l'environnement et l'écosystème des TIC, on peut dire dès maintenant qu'en finançant ces projets, CANARIE facilite la recherche et l'innovation dans le développement de technologies vertes d'avant-garde. Ces projets déboucheront vraisemblablement sur un marché plus large pour les TI vertes et sur le renforcement de la position de leader du Canada sur ce marché.

## 6.3 Autres orientations

### 6.3.1 Applications destinées aux médias culturels et de création

Les créateurs de contenu numérique, soit ceux qui créent des applications comme des jeux de console et des applications pour téléphones mobiles à l'intention des médias culturels et de création, ne connaissent pas le réseau CANARIE car celui-ci ne joue aucun rôle dans la réalisation de produits commerciaux. Dans une industrie où les budgets des projets sont serrés, les dépenses doivent être justifiées par la valeur apportée au produit et, dans la plupart des cas, elles doivent être admissibles à un crédit d'impôt. En effet, il s'agit d'une industrie qui est très versée dans l'utilisation de crédits d'impôt pour les travaux de développement, production, marketing et distribution. Depuis le début de la révolution numérique, de plus en plus d'entreprises ont appris à utiliser les crédits d'impôt pour la R-D mais le genre de travail que font ces entreprises n'est pas celui que CANARIE pourrait normalement financer.

Le programme ATIR pourrait aider CANARIE à attirer des créateurs de contenu numérique mais il ne faudrait pas oublier qu'il s'agit d'un secteur qui peut aisément accéder à des outils et techniques permettant de simuler la performance de serveurs et de réseaux et d'émuler des dispositifs. Il est certain qu'un banc d'essai des innovations pourrait leur être utile, en leur donnant accès à des chercheurs de classe mondiale et en leur fournissant les commentaires des essayeurs sur la fabrication de produits pour les réseaux de la nouvelle génération et sur l'amélioration de la qualité des produits, mais ce banc d'essai nécessiterait de leur part un investissement en ressources et, ce qui est sans doute plus important, en temps. Il faudrait que les créateurs prennent le temps nécessaire pour comprendre et évaluer la proposition de valeur de CANARIE, pour trouver et affecter les ressources nécessaires à l'exécution du travail, pour planifier l'exécution, gérer le travail, etc. Il y a donc très peu de chances que les créateurs de contenu numérique s'intéressent au projet ATIR si l'accès au programme ne leur est pas grandement facilité, car le processus actuel est trop compliqué et constitue un obstacle. Il faudrait que CANARIE puisse les accompagner à chaque étape mais elle ne possède pas les ressources nécessaires pour fournir un tel niveau de soutien.

Le moyen le plus simple pour CANARIE d'atteindre cette catégorie d'entreprises serait d'établir des partenariats avec des organisations qui sont déjà en contact avec ces entreprises et en qui elles ont confiance, car il faudra du temps pour leur communiquer les avantages du programme, établir les relations de recherche, exécuter le travail et mesurer les avantages résultants. Cela dit, la nature très compétitive de la création de contenu numérique pourrait aider à résoudre ce problème. En d'autres termes, si les innovateurs ouvrent la voie, les retardataires ne seront pas loin derrière.

### 6.3.2 Sciences sociales

Certaines des personnes interrogées pour cette étude ont souligné une tendance des sciences sociales dans laquelle l'accès à de grands ensembles de données et à des fonctionnalités de calcul perfectionnées devenait de plus en plus nécessaire en raison de nouveaux paradigmes de visualisation de la recherche. Étant donné cette croissance prévue de la demande provenant des sciences sociales, il faudra développer de nouveaux outils d'application et de l'intergiciel pour aider cette collectivité de chercheurs et d'enseignants à accéder aux ressources du réseau.

Bien que les sciences exactes aient jusqu'ici davantage profité des technologies de réseau, les sciences sociales sont en train de rattraper leur retard. CANARIE a donc entrepris de répondre à une partie de leurs besoins. Lorsqu'il s'agit d'analyser et de partager des données statistiques par exemple, les spécialistes des sciences sociales sont parfois paralysés en raison de la très grande quantité de données que collectent des organismes comme Statistique Canada. CANARIE s'est récemment attaqué à ce problème en établissant un partenariat avec le Réseau canadien des centres de données de recherche (RCCDR) afin d'aider les chercheurs à surmonter ce défi.

CANARIE a fourni des ressources d'une valeur de 300 000 \$ pour établir un réseau de routes optiques privées entre tous les laboratoires du RCCDR, ce qui a permis d'intégrer les services de multiples sites au Canada grâce à une connexion à ultra haute vitesse, entièrement privée et sécurisée, qui protège la confidentialité des données transmises.

Le RCCDR est la passerelle canadienne qui donne accès aux statistiques sur la santé de la population et les sciences sociales. En collaboration étroite avec Statistique Canada, ce réseau exploite des laboratoires sécurisés sur 23 campus universitaires répartis dans tout le pays, permettant ainsi aux spécialistes des sciences sociales de tirer pleinement parti des données confidentielles de Statistique Canada en analyse sociale, économie et santé.

Ceci est un exemple des nouvelles orientations que CANARIE devrait prendre, afin de répondre aux besoins d'une collectivité plus large de chercheurs, au-delà des domaines des sciences naturelles et du génie. En s'efforçant de répondre aux besoins particuliers des chercheurs en sciences sociales, CANARIE pourra trouver d'autres applications créatives pour donner accès à son réseau.

### 6.3.3 Bibliothèques

Les bibliothèques s'occupent de la collecte et du stockage de l'information et ont été traditionnellement les dépositaires de documents essentiels pour les spécialistes des sciences naturelles, les ingénieurs et autres chercheurs. Le Réseau canadien de documentation pour la recherche (RCDR) comprend 75 universités, qui partagent leurs ressources et leur savoir-faire pour former une seule équipe de négociation et pour regrouper leurs besoins afin de faciliter l'accès à l'information et d'en réduire le coût. Auparavant limité au domaine des sciences et de la médecine, ce réseau englobe maintenant les arts et les lettres.

Au cours de la dernière décennie environ, l'échange généralisé d'information numérique a progressé très rapidement. Les librairies ont généralement abandonné leur abonnement à de la documentation coûteuse. En passant aux ressources numériques, les bibliothèques se sont améliorées tout en économisant beaucoup d'argent. Leurs bases de données sont maintenant beaucoup plus perfectionnées et comportent des interfaces évoluées pour les utilisateurs. Cependant, sans un réseau comme CANARIE, toutes ces améliorations auraient été impossibles. Le réseau CANARIE demeure essentiel parce que la plupart des publications ont numérisé leurs collections. Grâce à CANARIE, l'accès à ces collections est beaucoup moins coûteux qu'il ne l'était auparavant.

Il existe maintenant de grands dépôts d'information, comme la collection de revues des sciences de la vie PubMed Central Canada, qui contient des articles publiés par des chercheurs canadiens en

médecine et autres domaines et qui est accessible essentiellement sans frais pour tous les Canadiens. Des bases de données semblables existent partout dans le monde et les bibliothèques permettent à tous les utilisateurs du Canada d'accéder à l'information qu'elles contiennent et de le transmettre.

CANARIE est le réseau par lequel la collectivité R-E du Canada peut accéder à ces grands dépôts d'information. Ce nouveau débouché devrait figurer dans les plans de CANARIE pour l'avenir. Bien que les économies ne soient pas aisément quantifiables, il est évident qu'il serait très avantageux sur le plan économique d'investir dans le maintien, la mise à niveau et l'extension du réseau pour desservir toutes les bibliothèques du Canada. Ainsi, CANARIE servirait de fenêtre sur le monde pour les bibliothèques et les organisations qui gèrent l'information scientifique, technique et médicale.

Ce qui permet aux chercheurs de développer de nouvelles hypothèses et d'envisager différents paradigmes pour leur recherche, c'est qu'ils peuvent accéder simultanément à de très grandes quantités d'information. Cet accès rend notamment possible des simulations qui réduisent les coûts de recherche liés aux expériences directes. CANARIE doit donc maintenir ses normes et continuer d'augmenter la largeur de bande de son réseau pour permettre aux bibliothèques d'accroître l'accès aux grands dépôts d'information.

## 7 Conclusions

Les principales questions sur lesquelles l'évaluation s'est concentrée sont les suivantes : réalisation des résultats attendus, pertinence et besoin continu de CANARIE; alignement de CANARIE sur les priorités du gouvernement; et preuves d'efficacité et d'économie. Le présent chapitre réunit les conclusions relatives à toutes ces questions.

### 7.1 Réalisation des résultats attendus

#### Exploitation du réseau : Usage généralisé du réseau

Pendant le mandat en cours, la quantité de données en recherche et enseignement qui a été transmise par le réseau CANARIE a augmenté de 284 pour cent. Le nombre de collèges, centres de recherche et établissements culturels raccordés à lui aussi considérablement augmenté. Les connexions internationales ont plus que doublé depuis 2006. Selon le sondage auprès des utilisateurs de CANARIE réalisé en mars 2011 pour la présente étude, 25 DPI ont estimé que le réseau CANARIE et ses partenaires régionaux des RORE ont écoulé en moyenne 45 pour cent du trafic total de recherche et enseignement de leurs établissements (par rapport au trafic mensuel brut). D'après les résultats de ce sondage, il y a en moyenne 11 767 utilisateurs du réseau CANARIE par établissement. Pour les 26 établissements qui ont contribué au sondage, le nombre total d'utilisateurs s'élève à 305 950.

Le rapport conclut donc que CANARIE a effectivement favorisé un usage généralisé du réseau. Le réseau est considéré par presque tous les chercheurs qui ont participé au sondage et aux entrevues, et par d'autres utilisateurs, comme étant essentiel à leurs besoins. Il faut souligner cependant que certains des répondants sont d'avis que, même si l'accès au réseau par les chercheurs est généralisé, l'utilisation se concentre principalement dans les domaines des sciences exactes et de la technologie et est inférieure dans les autres domaines, sans doute parce que le besoin d'une connectivité à grande largeur de bande est surtout associé aux départements de sciences et de génie dans les universités.

#### Exploitation du réseau : meilleur accès au réseau

CANARIE offre un réseau à grande vitesse et grande capacité qui accélère les découvertes et autorise un partage rapide de données critiques et de jeux d'outils au sein de la collectivité de recherche et d'enseignement. Pendant le mandat en cours, CANARIE a lancé un certain nombre de programmes pour s'assurer que le réseau pourra absorber la demande accrue résultant du nombre croissant d'utilisateurs. Selon l'analyse présentée dans ce rapport, CANARIE a activement amélioré le réseau pendant la période de 2007-2011, par des travaux de mise à niveau et d'extension de sa portée à l'ensemble du Canada. De plus, la fiabilité et la disponibilité du réseau a été conforme aux attentes et aux besoins de la presque totalité des chercheurs et enseignants qui ont participé aux entrevues et aux sondages.

Malgré ces réalisations, il est évident que CANARIE devra continuer d'améliorer et de mettre à niveau son réseau pour atteindre les objectifs futurs d'extension et absorber la croissance de la demande. De plus, CANARIE devra développer d'autres plateformes sur réseau, non seulement pour des applications dans les domaines des sciences et du génie, mais aussi dans les domaines des sciences sociales et des médias culturels et de création.

Même si la largeur de bande a été jugée suffisante, la plupart des personnes consultées pour cette étude sont d'avis que CANARIE devrait offrir plus de largeur de bande à l'avenir, autant pour absorber la demande croissante que pour garder sa position concurrentielle par rapport aux autres NREN du reste du monde. CANARIE devrait également augmenter la largeur de bande de

son réseau pour permettre un accès haute vitesse à des services intégrés de calcul, comprenant les plateformes sur réseau de CANARIE, des grilles de calcul intégrées et des services d'appairage et d'informatique en nuage.

### Innovation technologique : Position du Canada comme leader des réseaux de recherche

Au cours des années, CANARIE s'est faite une réputation de leader et d'innovateur technologique au sein de la collectivité des NREN, tant au pays qu'à l'étranger, en particulier dans les domaines de l'architecture réseau et des applications. Cependant, selon la plupart des personnes consultées pour cette étude, CANARIE a perdu en partie sa position de leader international – principalement parce que les autres NREN ont rattrapé leur retard par rapport à CANARIE et ont mis en œuvre leurs propres réseaux de pointe.

### Innovation technologique : Importance de CANARIE pour la recherche

L'accès au réseau permet non seulement aux chercheurs individuels de communiquer et de collaborer entre eux, mais aussi de diffuser les résultats de leur recherche, d'échanger de très grands ensembles de données, de transmettre des programmes d'apprentissage, de reproduire des expériences, d'organiser des conférences en ligne, de former des comités techniques et de diffuser en direct des ateliers ou des séminaires de formation. Les moyens de collaboration qu'offre CANARIE sont certainement beaucoup plus nombreux mais ce qu'il faut retenir ici, c'est que le réseau est devenu essentiel pour les chercheurs car il leur permet de collaborer en vue de faire progresser leurs travaux.

Pendant le mandat en cours de CANARIE, les programmes PPR et TI vertes ont atteint, dans la mesure où les ressources le permettaient, leurs objectifs de mise en place d'une technologie d'interface autorisant un usage flexible du réseau. Les applications prises en charge par ces programmes montrent clairement que le réseau et le logiciel connexe d'architecture orientée services sont aisément utilisables et peuvent être appliquées à un éventail d'objectifs et de besoins des utilisateurs – aussi bien pour la recherche que pour l'enseignement. Dans le cadre de ces programmes, CANARIE a financé dans la mesure de ses moyens des projets ayant spécifiquement pour but de servir de vitrine à l'innovation technologique et d'appuyer les chercheurs, en leur fournissant des outils de communication qui facilitent la collaboration dans les secteurs de pointe de la collectivité R-E.

### Forums d'utilisateurs

L'organisation de forums d'utilisateurs est un des moyens qu'emploient les dirigeants de CANARIE Inc. pour maintenir les contacts avec leurs partenaires provinciaux, avec d'autres intervenants et avec l'ensemble des utilisateurs du réseau. L'accord de financement de CANARIE par Industrie Canada mentionne spécifiquement que de tels forums doivent être organisés au moins une fois par année. Le but de ces forums est de fournir à la collectivité R-E l'occasion de contribuer à la discussion sur la planification et la mise en œuvre des objectifs de CANARIE. D'après la plupart des comptes rendus, ces forums ont atteint leur objectif mais il convient de souligner ici que les forums ne sont pas le seul moyen qu'emploie CANARIE pour maintenir des contacts avec la collectivité R-E, ses partenaires des établissements, les intervenants et les chercheurs ou utilisateurs individuels.

En effet, pendant le mandat en cours, CANARIE a organisé un certain nombre d'événements semblables et d'ateliers avec ses partenaires, contribué à d'autres forums nationaux et internationaux et régulièrement participé à des conférences, groupes de discussion, foires commerciales et autres activités et événements du genre. De plus, CANARIE maintient des relations étroites avec ses partenaires des NREN dans le reste du monde, et a mis en place des initiatives ou projets communs avec un certain nombre de ses homologues dans plusieurs autres pays.

## 7.2 Pertinence et besoin continu

### Pertinence : CANARIE a créé un environnement novateur en recherche et enseignement

La compétitivité économique du Canada dépend de sa capacité d'innover pour développer de nouvelles technologies et produits, et pour concevoir des améliorations qui peuvent être commercialisées sur le marché. Selon la présente évaluation, CANARIE a réussi pendant le mandat en cours à favoriser un climat d'innovation en R-E, en fournissant une composante importante de l'infrastructure numérique qui est nécessaire pour créer un tel environnement.

Il existe différentes phases dans le cycle d'innovation. En ce qui concerne les indicateurs relatifs à la création d'un environnement novateur (soit notamment la participation des chercheurs à des réseaux internationaux et autres et à des projets scientifiques nationaux, et la possibilité de recruter et de conserver du personnel hautement qualifié (PHQ)), CANARIE a été un outil efficace pour les chercheurs et enseignants des universités et collèges, de même que pour les centres de recherche et laboratoires des secteurs public et privé. Cette conclusion est confirmée aussi bien par les données du sondage que par les personnes consultées pendant l'évaluation.

### Pertinence : CANARIE a favorisé la collaboration en recherche à l'échelle nationale et internationale

La recherche scientifique est essentielle pour l'innovation et la collaboration est un important aspect de la recherche. CANARIE est une plateforme qui a été conçue pour la collaboration en recherche et, comme l'ont montré les nombreux exemples de la présente étude, cette plateforme a effectivement favorisé une telle collaboration. Les études de cas, de même que les réponses au sondage et les entrevues, contiennent toutes de nombreux exemples d'activités de collaboration nationale et internationale entre les chercheurs et enseignants, et entre les chercheurs et les établissements de recherche des secteurs public et privé. La plupart des réponses reçues pendant le processus de consultation attribuent les activités de collaboration directement au soutien de CANARIE, tant au niveau du réseau qu'au niveau du financement des programmes.

### Pertinence : CANARIE a réduit les inégalités entre les établissements canadiens de R-E

La question des inégalités comporte au moins deux aspects, à savoir : (i) inégalités entre les régions, provinces et territoires; et (ii) inégalités entre les établissements de différentes tailles et différents lieux à l'intérieur des provinces. La carte du réseau actuel montre que le réseau dessert toutes les provinces et tous les territoires du Canada. Le trafic international transite par Seattle pour les régions d'Asie et du Pacifique, et par New York, Chicago et St. John's pour l'Europe. De plus, des satellites prolongent les services à destination du Nord du Canada via Vancouver et Winnipeg.

En partenariat avec les RORE, CANARIE a effectivement atteint son objectif de permettre à toutes les régions et tous les établissements du Canada d'accéder au réseau. Il existe des inégalités entre les établissements qui résultent de problèmes autres que celui de l'accès à un réseau fiable, mais, de l'avis général, CANARIE est parvenu à réduire ces inégalités dans la mesure où elle pouvait le faire.

### Pertinence : Importance de CANARIE pour les établissements de R-E et pour les chercheurs

Pour quantifier la pertinence de CANARIE en tant qu'infrastructure numérique essentielle pour la R-E, il est possible de déterminer dans quelle mesure l'organisation renforce les capacités de recherche, aide les établissements à atteindre leurs objectifs de recherche, répond aux besoins de nouvelles initiatives de collaboration à grand volume de données et aide les chercheurs à compléter leurs travaux. Pour tous ces indicateurs de pertinence, CANARIE a reçu de très hautes notes de la part des utilisateurs du réseau.

### Nécessité : Besoin continu de CANARIE

Sur la question des besoins, la collectivité des utilisateurs R-E a presque unanimement déclaré qu'elle prévoyait une croissance de ses besoins en matière de réseau à grande vitesse, grande largeur de bande et faible temps d'attente. De plus, les tendances de la croissance du trafic montrent que l'utilisation va également s'intensifier. Depuis 2007 en particulier, le trafic sur les routes optiques a connu son augmentation la plus importante.

Pour les sciences exactes, on prévoit une croissance majeure des besoins (accès, largeur de bande, faible temps d'attente) au cours des cinq prochaines années. De plus, même si les sciences exactes ont été jusqu'ici plus aptes à exploiter les technologies de réseau, les sciences sociales sont en train de rattraper lentement leur retard, car elles utilisent de nouveaux paradigmes de recherche qui font un plus grand usage de la technologie numérique. Une croissance des besoins est donc également prévue au cours des cinq prochaines années pour ces autres domaines.

Enfin, le besoin continu du réseau est mis en évidence par l'accroissement des liens entre les réseaux de recherche et d'enseignement et un éventail de dispositifs sans fil, comme les réseaux de capteurs sans fil. Il s'agit là d'une tendance nouvelle que CANARIE n'a pas encore intégrée à sa stratégie de connectivité pendant le mandat en cours. Cependant, il est de plus en plus évident que la nécessité d'une telle intégration s'impose.

## **7.3 Alignement sur les priorités du gouvernement**

### Avantage du savoir

La politique du Canada en matière de S-T s'est concentrée stratégiquement sur les domaines de recherche qui sont dans l'intérêt national sur les plans de la société et de l'économie. Les ressources du gouvernement ont donc été concentrées dans les domaines prioritaires suivants : sciences et technologies de l'environnement; sciences et technologies de la vie et de la santé; ressources naturelles et énergie; et technologies de l'information et des communications.

Après l'examen de la plus grande partie des projets et activités financés par CANARIE pendant la période 2007-2011, la présente évaluation conclut que le soutien de CANARIE à la recherche et au développement des sciences fondamentales et appliquées s'est concentré sur un certain nombre de disciplines dans tous les domaines prioritaires du gouvernement liés à l'avantage du savoir. La répartition des projets financés par CANARIE est donc considérée comme conforme aux priorités du gouvernement. Bien que l'intérêt ait été relativement plus élevé dans les domaines des TIC et des sciences et technologies de l'environnement, les sciences de la vie et de la santé, de même que les secteurs des ressources naturelles et de l'énergie, figurent également de façon prédominante dans la composition des travaux de recherche financés.

### Avantage humain

La priorité accordée par la stratégie S-T du Canada à l'avantage humain a pour but de créer au pays des conditions qui favoriseront la croissance des travailleurs de la connaissance, en formant, recrutant et conservant le personnel hautement qualifié (PHQ) qui est nécessaire pour garantir la compétitivité et l'épanouissement du pays dans l'économie mondiale moderne.

Presque tous les commentaires reçus pendant les entrevues et le sondage ont indiqué que CANARIE jouait un rôle essentiel sur le plan de l'avantage humain. Sans la contribution des services réseau et des programmes de CANARIE, il serait beaucoup plus difficile (et même impossible selon certains répondants) de recruter, conserver et former du personnel hautement qualifié. Cette conclusion est étayée par les indicateurs statistiques qui ont été présentés dans la partie centrale du rapport.

### Avantage entrepreneurial

Le mandat en cours et les objectifs de CANARIE ne comprennent pas l'aide à la commercialisation et aux entrepreneurs, comme l'essaimage d'entreprise ou la prise en charge directe des besoins technologiques des PME. Les programmes et le réseau de CANARIE ont néanmoins appuyé directement ou indirectement les objectifs en matière d'avantage entrepreneurial. De plus, depuis le lancement récent du programme ATIR, CANARIE offre aux PME une plateforme permettant de soumettre leurs applications commerciales à un banc d'essai.

CANARIE a favorisé les partenariats entre les chercheurs et l'industrie, et vice-versa. Pour cela, elle a notamment augmenté la capacité de recherche des entreprises qui participent à des projets de recherche concertée financés par CANARIE. CANARIE a dispensé des fonds aux partenaires et entreprises de recherche en vue d'accélérer la recherche et le développement dans les domaines liés aux réseaux évolués, comme les TI vertes. CANARIE fournit également une connectivité répartie pour les collaborations à grande puissance de calcul entre le monde universitaire, le gouvernement et le secteur privé (notamment les collaborations facilitées par Calcul Canada).

Les études de cas et les entrevues ont également montré que les projets financés par CANARIE ont permis l'essaimage d'un certain nombre d'entreprises (en particulier Biospective, qui fournit des services d'analyse clinique, imagerie et autres à l'industrie pharmaceutique). Enfin, le sondage auprès des utilisateurs de CANARIE a montré que CANARIE jouait un rôle important dans la création de propriété intellectuelle, en permettant aux scientifiques et ingénieurs d'être plus productifs et de publier davantage les résultats de leurs travaux de recherche appliquée.

## **7.4 Preuves d'efficacité et d'économie**

### Financement pour atteindre les objectifs du programme

L'accord de financement de CANARIE par Industrie Canada stipule que CANARIE doit réaliser les objectifs de l'accord « dans la mesure où ses ressources le permettent ». Ceci signifie que l'organisation doit établir des priorités appropriées et tenir compte de ses fonds limités dans ses décisions d'attribution et de distribution. Selon la présente évaluation, CANARIE a fait des choix judicieux dans l'investissement des fonds pendant le mandat en cours, en se concentrant sur les besoins pertinents de la collectivité R-E – en particulier les programmes de mise à niveau et d'extension de l'infrastructure réseau, et le financement de plateformes sur réseau qui favorisent une recherche de classe mondiale.

Cependant, il devient de plus en plus évident que CANARIE devra répondre à de nouveaux besoins pendant son prochain mandat. Après s'être concentrée jusqu'ici sur des projets en sciences naturelles et en génie, il faudrait que CANARIE apporte les avantages potentiels de la connectivité aux sciences sociales et aux médias culturels et de création. À ce sujet, le rapport a présenté le contexte et fourni des exemples d'applications de recherche et d'enseignement dans ces domaines d'intérêt.

### Efficacité et économie dans l'exploitation du réseau

CANARIE fait fonctionner son réseau et réalise ses programmes en partenariat avec les RORE. Les fonds que CANARIE consacre à l'exploitation du réseau et à ses programmes subissent donc l'effet multiplicateur des sources de financement provinciales et des frais d'utilisation et d'adhésion, et vice-versa. Le fonctionnement du système est ainsi basé sur une alliance de partage de coûts qui a jusqu'ici fonctionné efficacement. Il ne faudrait cependant pas en conclure que le financement a été suffisant pour répondre à tous les besoins. Le présent rapport a donc présenté des domaines prometteurs et de nouvelles orientations qui, si elles sont adoptées, nécessiteront sûrement des fonds additionnels pour que CANARIE puisse les mettre en œuvre pendant le prochain mandat.

### Réalisation des programmes de soutien financier

Les programmes de soutien à la R-D de CANARIE ont principalement pour but de faire évoluer la technologie, d'alimenter l'innovation dans des projets qui sont proches du niveau d'exploitation du réseau, et de créer des plateformes et des applications flexibles dans la couche supra-réseau. Ces programmes sont un investissement dans le développement technologique qui rend le réseau CANARIE plus aisément utilisable par la collectivité R-E, en finançant notamment des outils et du logiciel d'interface, des plateformes et des progiciels de virtualisation. Sur ce plan, l'évaluation conclut que CANARIE a respecté les limites de son budget et réalisé efficacement son mandat, dans la mesure où ses ressources le permettaient.

## **7.5 Enjeux pour l'avenir**

### Exploitation du réseau

En ce qui concerne l'exploitation du réseau, les principaux défis que devra relever CANARIE sont les suivants : reprendre et maintenir sa position de leader dans l'exploitation d'un réseau de pointe (ce qui comprend l'établissement de normes élevées de rendement et l'emploi de technologies réseau d'avant-garde), tirer parti de l'apport de l'informatique en nuage (ce qui comprend la création de la capacité nécessaire pour fournir des services de virtualisation en nuage entre les couches de stockage, réseau et calcul); répondre aux besoins des utilisateurs en matière de services sans-fil; élargir la gamme des services fournis afin d'y inclure les nouvelles tendances en appairage et en calcul de haute performance, et de permettre aux utilisateurs d'accéder à de grands dépôts d'information (ce qui comprend les services de connectivité réseau, formation et diffusion des connaissances).

### Appui à l'innovation technologique

En ce qui concerne l'appui à l'innovation technologique, les principaux défis que devra relever CANARIE sont les suivants : contribuer à renforcer l'avantage en recherche du Canada (ce qui comprend la collaboration avec les RORE et d'autres partenaires nationaux et internationaux pour étendre la connectivité et augmenter progressivement la largeur de bande du réseau, et la collaboration avec l'industrie pour offrir les services de CANARIE aux PME et à d'autres innovateurs); accélérer la commercialisation (ce qui comprend la collaboration avec les organisations partenaires du gouvernement fédéral et les autres organisations qui font évoluer l'infrastructure numérique du Canada pour appuyer l'économie numérique, la coordination de services d'informatique en nuage avec d'autres organisations comme Calcul Canada, le maintien du programme ATIR au-delà de la phase pilote, l'élargissement de la portée du programme TI vertes, et l'introduction de nouvelles initiatives proches de la phase de commercialisation dans le cycle d'innovation).

### Nouvelles orientations

CANARIE devra également relever d'autres défis, notamment l'obtention du financement nécessaire pour mettre en œuvre des programmes et projets en vue répondre à la demande croissante en matière de services de réseau évolué provenant des médias culturels et de création, des sciences sociales, des bibliothèques et même du public en général (ce qui comprend l'extension aux ministères du gouvernement fédéral de la connectivité contrôlée par l'utilisateur – pour la prestation de services publics par TPSGC et RHDC; et pour la prestation de services spécialisés par d'autres organismes fédéraux, comme Statistique Canada et Santé Canada).

## **Annexe A : Comité directeur**

- Bérubé, Jean-Luc, Vice-président, Technologies des réseaux à large bande, Centre de recherches sur les communications du Canada
- Brunt, Howard, Vice-président à la recherche, University of Victoria
- Carter, Nancy, Directrice des Finances, CANARIE Inc.
- Clark, Donald, Administrateur général, Research and Education Advanced Network New Zealand (REANNZ)
- Ellaway, Rachel, Vice-doyenne et professeure agrégée en informatique de l'enseignement, Northern Ontario School of Medecine, Lakehead University
- Gagne, Bob, Directeur principal de l'information (DPI), York University et président CDPIUC
- Joncas, Hélène, Ancienne directrice de la stratégie, CANARIE Inc.
- Marlow, Nancy, Directrice, Finances et ressources humaines et secrétaire-trésorière, CMC Microsystems
- Pirene, Benoît, Directeur adjoint, Technologie de l'information, Neptune Canada, University of Victoria
- Roche, Jim, Ancien président et chef de la direction, CANARIE Inc.
- Simmonds, Rob, Directeur de la recherche, Département des sciences informatiques, University of Calgary
- Tuer, Kevin, Administrateur délégué, Canadian Digital Media Network
- Vanier, Michel, Directeur général, Réseau d'informations scientifiques du Québec inc. (RISQ)
- Winsor, Robin, Président et directeur général, Cybera Inc.

## **Annexe B : Études de cas**

### **B.1 Réseau canadien de recherche en imagerie cérébrale (CBRAIN) et Réseau mondial de recherche en imagerie cérébrale (GBRAIN)**

#### **Description de l'initiative**

- CBRAIN est une plateforme de recherche qui permet aux scientifiques d'accéder sans délai au très grand volume de données en imagerie cérébrale à 3 et 4 dimensions qui sont stockées ou créées dans l'ensemble du pays. Ces données sont distribuées à un large éventail de chercheurs par l'intermédiaire du réseau à haute vitesse CANARIE.
- CBRAIN permet aux chercheurs d'accéder à de l'information sur le cerveau humain et de visualiser, manipuler et échanger des images du cerveau humain à différentes étapes de développement et pendant la progression de troubles neurologiques, comme l'autisme et les maladies de Parkinson et d'Alzheimer.
- Le maître d'œuvre de CBRAIN est l'Institut neurologique de Montréal, qui fait partie de l'Université McGill. Voici une liste partielle des autres participants : Rotman Research Institute, Baycrest Hospital Toronto, University of Western Ontario, University of Waterloo, Université de Montréal, Université Laval, Université de Sherbrooke, University of British Columbia et University of Calgary.
- GBRAIN est le prolongement international (Canada, Allemagne, États-Unis et Corée du Sud) de CBRAIN. La plateforme GBRAIN permet aux établissements canadiens de se connecter à CBRAIN pour y raccorder les sites internationaux qui font partie de la collaboration scientifique GBRAIN.

#### **Pertinence de CANARIE**

- La plateforme CBRAIN/GBRAIN utilise les services réseau de CANARIE pour permettre aux chercheurs et praticiens d'accéder à de l'information sur le cerveau et à des images multidimensionnelles représentant un très grand volume de données.
- En plus de fournir la connectivité réseau, CANARIE a dispensé à CBRAIN des fonds de 2,4 millions de dollars dans le cadre du Programme de plateformes sur réseau (PPR).
- CANARIE permet également à CBRAIN d'accéder à huit centres de calcul de haute performance et laboratoires situés au Canada, de même qu'à un centre situé en Allemagne. Ceci permet à ces centres et laboratoires de reproduire mutuellement leurs expériences et de comparer directement les résultats; de partager aisément les données d'imagerie brute et les données cartographiques traitées; et de rendre les dépôts de données accessibles à la collectivité scientifiques mondiale. Il en résulte que de nouvelles questions peuvent être posées sur les données cartographiques, une fois que la recherche primaire a été complétée, et que des algorithmes nouveaux ou améliorés peuvent aisément être appliqués aux questions antérieures.
- Sans la présence de CANARIE, le projet CBRAIN/GBRAIN n'aurait jamais vu le jour. Le premier contact des dirigeants de l'équipe avec CANARIE a eu lieu en 2007. Dès 2008, la

connectivité mondiale avait été établie. CANARIE a coordonné toutes les étapes nécessaires pour connecter CBRAIN à l'intérieur du Canada et avec les autres pays.

- CANARIE a activement aidé les principaux chercheurs de CBRAIN/GBRAIN à coordonner les demandes et justifications d'utilisation adressées aux RORE du pays, aux NREN des pays étrangers et à divers établissements ciblés des États-Unis, d'Europe et d'Asie.
- CANARIE permet aux chercheurs et utilisateurs canadiens de CBRAIN/GBRAIN de maintenir des contacts avec leurs collaborateurs et homologues d'Allemagne et d'autres sites européens par l'intermédiaire du réseau européen GEANT, avec ceux de Corée du Sud par l'intermédiaire du réseau Kreonet et avec ceux des États-Unis (UCLA) par l'intermédiaire d'Internet2.

### Réalisation des résultats attendus

- Pour les partenaires internationaux, GBRAIN constitue une occasion unique de faire des expériences avec les outils et pipelines de traitement de données qu'ils n'ont jamais réussi à installer eux-mêmes dans leurs pays. Cette nouvelle possibilité a ouvert la voie à une collaboration scientifique et technique beaucoup plus productive. Les partenaires de CBRAIN/GBRAIN pour la collaboration internationale comprennent notamment : LONI – É.-U., OutGrid – Union européenne, Julich – Allemagne et CAN – Corée du Sud.
- Grâce à CANARIE, l'équipe de CBRAIN a pu accéder au superordinateur allemand Julich et, dans le sens inverse, les chercheurs en sciences biomédicales d'Allemagne ont pu accéder à CBRAIN. CBRAIN est également connecté à des chercheurs de toute l'Europe via un nœud de réseau à haute vitesse, situé à Amsterdam. Les membres de l'équipe CBRAIN ont d'ailleurs visité les sites de Julich et d'Amsterdam pour établir des partenariats permanents de recherche et divers projets de recherche concertée.
- CANARIE a également permis aux chercheurs de CBRAIN de se brancher sur le laboratoire de neuroimagerie de l'UCLA, qui est un site international de premier plan pour la recherche en imagerie cérébrale et un partenaire naturel de l'équipe CBRAIN.
- En outre, CBRAIN a établi une route optique menant à l'University of California at Santa Barbara, ce qui lui permet de manipuler et d'explorer 1 téraoctet d'images en 3 dimensions. Une telle quantité de données représente 10 000 tranches du cerveau humain. À partir des données brutes qui ont été réunies à Julich (Allemagne), CBRAIN a créé un robuste ensemble de données tridimensionnelles pour la recherche. En d'autres termes, l'organisation a intégré les données de Julich et les a rendues utilisables pour les chercheurs. CBRAIN a également élaboré le logiciel de visualisation sur Web et les outils de traitement du logiciel en 3 dimensions.
- Grâce à l'appui de CANARIE au développement de CBRAIN/GBRAIN, les chercheurs ont pu faire valoir leur travail pour obtenir des fonds additionnels de l'un des réseaux de centres d'excellence sur les maladies neurodégénératives. Il s'agit d'une initiative permanente qui organise des ateliers réunissant environ 75 chercheurs de premier plan du Canada.
- Les principaux chercheurs ont également constaté qu'ils pouvaient utiliser le travail facilité par CANARIE pour appuyer les demandes de financement adressées à d'autres sources et pour obtenir un engagement envers leurs travaux de recherche de la part de leur propre campus, en l'occurrence l'Université McGill.

### Alignement sur les priorités du gouvernement

- CBRAIN s'inscrit parfaitement dans le contexte des priorités sectorielles du gouvernement – plus précisément dans le domaine de la santé et des services de santé.

- Les travaux de CBRAIN/GBRAIN ont engendré une société essaimée qui fait de l'analyse à grande échelle d'imagerie cérébrale pour des entreprises pharmaceutiques (voir [www.biospective.com](http://www.biospective.com)). Plus précisément, Biospective offre des services d'analyse préclinique et clinique, comprenant des études d'imagerie par résonance magnétique (IRM), des études pathologiques, des modèles d'oncologie, et des études d'autoradiographie, immunohistochimie et autres. Ses travaux sur les données d'imagerie cérébrale s'appliquent notamment à l'étude de la maladie d'Alzheimer et à des simulations et analyses d'essais cliniques. Biospective offre également des services de constitution de bases de données à des organisations comme Oracle.
- Selon les principaux chercheurs universitaires qui ont participé à cette initiative, la technologie et la plateforme de recherche CBRAIN facilitée par CANARIE, le réseau et la capacité de calcul ont exercé un attrait majeur sur de nombreux étudiants hautement qualifiés et les ont ainsi amenés à participer à ce domaine de recherche dans leurs établissements.
- À ce sujet, le directeur de CBRAIN, Alan Evans (Ph.D.) a déclaré : « Sans la présence de CANARIE, notre collectivité de recherche ne pourrait concurrencer celle des autres pays et nos chercheurs de premier plan seraient forcés d'aller ailleurs. »

## Nouvelles orientations

- La cartographie cérébrale se situe au point de rencontre de l'imagerie et de l'analyse computationnelle. Le calcul de haute performance (CHP) et des réseaux évolués à haute vitesse (NREN) sont nécessaires pour l'analyse d'images cérébrales en 3 et 4 dimensions. Pour cette raison, les laboratoires de recherche cérébrale fonctionnent de plus en plus dans des espaces communs où les images multidimensionnelles sont coordonnées. De tels espaces permettent le partage des résultats et des activités de collaboration. Leur création serait impossible sans des organisations comme CANARIE.
- Les principaux chercheurs de CBRAIN ont souligné l'importance des liens entre les fonctionnalités de CHP et la connectivité à haute vitesse du réseau CANARIE – en particulier les liens entre CANARIE et les services fournis par Calcul Canada. Selon ces chercheurs, les liens entre le CHP et les réseaux à haute vitesse sont utilisés par de nombreux projets au Canada qui n'ont rien à voir avec la recherche cérébrale. Il serait donc avantageux d'établir un lien permanent entre ces deux organisations aussi bien pour accroître l'efficacité des activités de recherche que pour fournir des services d'enseignement ou de formation en calcul de haute performance.
- En se basant sur leur propre expérience, les chercheurs de CBRAIN sont d'avis que le Canada devrait considérer CANARIE comme une infrastructure essentielle qui ne peut être éliminée. En fait, le défi consiste plutôt à assurer la croissance des services de CANARIE, à mesure que la demande (telle que vue par les chercheurs) continuera d'augmenter sur les plans de la quantité de données, de la puissance de calcul et des transferts d'information plus rapides et plus larges entre les provinces et les autres pays.
- Pour cette raison, le Canada doit maintenant définir une stratégie de croissance, tout en continuant d'appuyer la collectivité des chercheurs et praticiens qui construisent les plateformes où réside l'information scientifique. Selon le directeur de CBRAIN, Alan Evans (Ph.D.), les plateformes réparties et la gestion de très grandes bases de données n'en sont encore qu'à leurs premiers pas. De nouveaux outils et techniques vont continuer d'apparaître, pour permettre aux chercheurs de tirer pleinement parti des possibilités des réseaux évolués à grande vitesse et du calcul de haute performance.

## B.2 ONE-ITS (Systèmes de transport intelligents)

### Description de l'initiative

- Partout dans le monde, les chercheurs qui s'efforçaient de développer des systèmes de transport intelligents ont été entravés par la fragmentation des idées novatrices, des sources de données et des outils logiciels et matériels. Pour résoudre ce problème, le projet ONE-ITS (Online Network-Enabled Intelligent Transportation System) a été mis sur pied en vue de former un guichet unique pour l'accès aux données, aux applications et aux développeurs de la collectivité des systèmes de transport intelligents.
- La plateforme ONE-ITS permet aux utilisateurs de collaborer à la solution de problèmes relatifs à la congestion routière, à l'amélioration de la sécurité, à l'élaboration de plans optimaux d'urgence ou d'évacuation, à la réduction de la consommation de carburant et de la pollution, à la protection de l'environnement et à la promotion de la durabilité urbaine.
- Les maîtres d'œuvre du projet ONE-ITS sont l'University of Regina et l'University of Toronto. Parmi les autres participants, mentionnons le ministère des Transports de l'Ontario, Transport Canada et la ville de Toronto.

### Pertinence de CANARIE

- Le projet ONE-ITS utilise les services réseau de CANARIE pour donner aux chercheurs et intervenants en systèmes de transport intelligents (STI) les moyens d'accéder à des sites de recherche et d'information situés au Canada, aux États-Unis et dans le reste du monde.
- En plus de fournir la connectivité réseau, CANARIE a contribué 700 000 \$ au financement du projet ONE-ITS dans le cadre de son Programme de plateformes sur réseau (PPR).
- Grâce au réseau à haute vitesse de CANARIE, la plateforme ONE-ITS permet aux chercheurs de tout le Canada et du reste du monde d'échanger, d'analyser, de visualiser et de gérer en temps réel des données sur le transport routier.
- En janvier 2011, l'équipe du projet ONE-ITS a utilisé le réseau CANARIE pour lancer officiellement sa plateforme système au Centre et banc d'essai des STI de l'University of Toronto.
- Avec le concours de CANARIE, l'équipe ONE-ITS a construit une plateforme offrant des caractéristiques d'affichage dynamique, et en a fait la démonstration en direct à des représentants des gouvernements provinciaux et municipaux, à des commissions de transport et à des chercheurs. Cette démonstration de la plateforme ONE-ITS a été affichée sur l'immense mur vidéo à écrans multiples de l'University of Toronto, à des fins de surveillance de la circulation, repérage de véhicules, contrôle intégré de la circulation et visualisation de simulations complexes de transport.
- La plateforme ONE-ITS réside sur des serveurs de l'University of Toronto et, par l'intermédiaire du réseau CANARIE sur les serveurs de 15 autres universités réparties dans l'ensemble du Canada et des États-Unis.
- L'un des co-directeurs de ONE-ITS, Baher Abdulhai (Ph.D.), a déclaré à l'équipe d'évaluation que le projet ONE-ITS n'aurait jamais pu démarrer sans l'appui de CANARIE. Selon lui : « CANARIE a fourni le financement qui a permis au projet de démarrer et elle continue de fournir le réseau de communications sans lequel le projet ne pourrait se poursuivre. »

## Réalisation des résultats attendus

- La plateforme ONE-ITS est maintenant accessible dans le monde entier aux chercheurs et intervenants du domaine des transports par l'intermédiaire de la Société de recherche ONE-ITS, organisation à but non lucratif qui a été mise sur pied pour régir l'accès et l'intégration à la plateforme.
- Douze établissements de recherche et deux commissions de transport ont collaboré aux phases de développement du système ONE-ITS, dans le cadre d'une organisation virtuelle.
- L'appui de CANARIE au développement de la plateforme ONE-ITS a été renforcé par le soutien de Transport Canada, du ministère des Transports de l'Ontario et de la ville de Toronto.
- La société de recherche ONE-ITS collabore étroitement avec STI Canada pour aider cette dernière à établir des liens avec la collectivité canadienne des STI. Elle travaille également à établir des liens avec la collectivité internationale des STI par l'intermédiaire des organismes suivants : ITS World Congress, ITS America, ITS United Kingdom et ERTICO.
- L'équipe ONE-ITS est en train de négocier la création d'une entreprise essaimée basée sur les deux volets suivants : (1) permettre aux utilisateurs d'accéder sans entrave à la plateforme; et (2) fournir aux entreprises intéressées du secteur privé la possibilité d'utiliser le système comme banc d'essai pour des travaux de recherche menant à des applications commerciales.

## Alignement sur les priorités du gouvernement

- Le système ONE-ITS rend plus efficace la commercialisation des travaux de recherche qui sont effectués actuellement dans le domaine des STI. Auparavant, les chercheurs devaient consacrer beaucoup de temps et d'argent simplement pour obtenir les données nécessaires et pour construire les plateformes autonomes dont ils avaient besoin pour entreprendre leurs recherches. En éliminant ces travaux préliminaires, la plateforme ONE-ITS permet aux chercheurs de concentrer immédiatement leurs ressources sur la recherche à effectuer. Ainsi, grâce à la plateforme ONE-ITS et à la connectivité du réseau CANARIE, la recherche pourra évoluer beaucoup plus aisément dans un environnement véritablement fonctionnel, ce qui facilitera de beaucoup la commercialisation des résultats.
- La plateforme ONE-ITS peut contribuer à améliorer le rendement économique et la productivité du pays en accélérant le transport routier de marchandises commerciales qui valent plusieurs milliards de dollars.
- La plateforme ONE-ITS peut aider à réduire les émissions des véhicules qui fonctionnent au ralenti dans les embouteillages.
- La plateforme ONE-ITS peut sauver des vies et améliorer la sécurité routière, en contribuant notamment à l'analyse et à la résolution efficace de problèmes dans les activités de protection civile, de planification et de reprise après sinistre.
- Selon une estimation de l'équipe ONE-ITS, la densité de la circulation routière au Canada a augmenté de 60 % au cours des 20 dernières années, ce qui a entraîné des pertes de 4 à 6 milliards de dollars par année en baisse de productivité et augmentation des dépenses d'exploitation. Grâce à la plateforme ONE-ITS, les chercheurs canadiens sont à l'avant-garde de l'optimisation de la circulation routière, et sont ainsi mieux placés pour résoudre le problème de l'augmentation de la circulation dans les villes du Canada et du reste du monde.
- Jusqu'ici, environ 45 étudiants hautement qualifiés ont participé aux phases de développement, démonstration et mise en œuvre du projet ONE-ITS. Des étudiants ont

également contribué à l'établissement du modèle commercial du système, en vue d'en déterminer les applications commerciales.

- L'une de ces applications concerne l'usage de caméras pour l'observation directe de la circulation en Californie (Caltrans). Cette application pourrait connaître une croissance exponentielle en ouvrant la voie à des initiatives de partage de très grands ensembles de données entre de grandes villes, comme Toronto, Los Angeles et San Francisco. Dans une telle application, la plateforme ONE-ITS servirait de boîte noire pour établir des liens entre les chercheurs des milieux universitaires, du secteur privé et des établissements des secteurs public et privé (à tous les niveaux de gouvernement, c'est-à-dire état, province, municipalité et gouvernement fédéral). Pour cette raison, la plateforme ONE-ITS intéresse grandement Transports Canada et STI Canada.

## Nouvelles orientations

- L'application de systèmes de transport intelligents pourrait avoir de nombreux avantages pour les Canadiens. De tels systèmes pourraient notamment aider les gouvernements à mieux gérer les retards et les problèmes de sécurité aux postes frontaliers, en rationalisant la circulation des véhicules pendant les périodes de pointe.
- Grâce à de tels systèmes, les conducteurs pourraient utiliser un téléphone intelligent pour visualiser des vidéos en continu de la circulation et des perturbations possibles, et choisir ainsi le trajet le plus rapide pour atteindre leur destination.
- Ces systèmes pourraient également fournir des informations critiques aux premiers intervenants, leur permettant ainsi d'évacuer une zone de façon sécuritaire, d'arriver plus rapidement sur la scène d'une urgence et de prendre des mesures pour sauver des vies.
- De nombreux intervenants ont exprimé leur intérêt pour l'utilisation du système ONE-ITS comme banc d'essai, notamment des sociétés de transport en commun, des commissions de transport, des organismes policiers, des organismes d'état et de province, des entreprises de remorquage et de camionnage, des services médiatiques, des hôpitaux et autres.
- L'équipe ONE-ITS a été invitée à présenter ses travaux au prochain Congrès mondial des STI, qui est une foire commerciale de premier plan pour les applications et produits commerciaux de ce domaine.

## B.3 TRIUMF (Participation au réseau et à la grille de calcul les plus perfectionnés au monde)

### Description de l'initiative

- TRIUMF est le Laboratoire national canadien pour la recherche en physique nucléaire et en physique des particules. Situé à Vancouver, ce laboratoire est exploité sous forme de co-entreprise par un consortium d'universités canadiennes, grâce à une contribution du Conseil national de recherches du Canada.
- Intégré au réseau et à la grille de calcul les plus perfectionnés au monde, TRIUMF est l'un des 11 centres mondiaux de ce réseau. Il est directement connecté à l'un des principaux détecteurs de particules (en l'occurrence ATLAS)<sup>6</sup>, dans le cadre des expériences en physique des particules du Grand collisionneur hadronique (LHC) qui se déroulent à l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) située à Genève, Suisse. Cette installation est sur le point de devenir pleinement opérationnelle et constitue l'exemple par excellence des grands projets scientifiques.
- ATLAS produira entre trois et quatre millions de gigaoctets de données par année. De plus, il est prévu que ces données primaires engendreront à leur tour deux millions et demi de gigaoctets, par suite d'activités telles que la reconstruction d'événements, le retraitement et l'étalonnage. Les 11 installations de traitement des données primaires sont censées analyser plus de 15 millions de gigaoctets de données par année, pendant les 15 à 20 prochaines années.
- ATLAS est l'un des plus grands efforts de collaboration jamais entrepris dans le domaine des sciences physiques. Les participants sont répartis dans 38 pays et plus de 174 universités et laboratoires. Environ 3 000 scientifiques et ingénieurs, de même que plus de 1 000 étudiants participent à cette initiative.

### Pertinence de CANARIE

- Auparavant, le transfert numérique de très grands ensembles de données sur de multiples réseaux constituait un défi de taille. CANARIE a été l'une des premières à solutionner ce problème.
- En partenariat avec CANARIE, le projet TRIUMF a établi une route optique de plus de 12 000 kilomètres entre Vancouver et Genève, en vue de transférer au centre de calcul TRIUMF les très grands ensembles de données résultant des expériences du LHC (niveau 1). Le centre TRIUMF sert de nœud de traitement et de distribution des données primaires à la collectivité mondiale qui participe au projet ATLAS et aux expériences connexes.
- Un certain nombre de RORE, à savoir BCNET, Cybera, ORION et RISQ, jouent également un rôle important dans la connexion des centres de calcul de niveau 2 (à savoir Université McGill, Simon Fraser University, University of Alberta, University of Toronto et University of Victoria) au centre de calcul de niveau 1 du laboratoire TRIUMF. Toutes ces connexions dépendent du réseau fédérateur CANARIE et des relations entre CANARIE et les RORE.

---

<sup>6</sup> Le détecteur ATLAS a pour but de faire de nouvelles découvertes dans les collisions frontales entre protons ayant une énergie extraordinairement élevée. Cette information permettra de mieux connaître les forces fondamentales qui ont formé l'univers.

- D'autres projets du laboratoire TRIUMF font un usage intensif de l'infrastructure des RORE pour échanger de l'information à travers le pays et dans le reste du monde. Ces projets comprennent un groupe théorique qui exécute la plupart de ses simulations et calculs sur des parcs d'ordinateurs distants et qui transfère les ensembles de données résultants au laboratoire TRIUMF. Toutes ces liaisons de réseau, aussi bien au pays qu'à l'étranger, dépendent du réseau fédérateur CANARIE et de la bonne entente entre CANARIE et ses partenaires canadiens et étrangers. Le directeur de TRIUMF a déclaré récemment que : « la présence de CANARIE est essentielle pour tous nos partenariats nationaux et internationaux avec les milieux universitaires » (extrait de notes d'entrevue fournies par Nigel Lockyer, Ph.D. en mars 2011).

## Réalisation des résultats attendus

- La grille de calcul LHC mondiale, qui forme le moteur d'analyse de données pour les différents projets LHC, dépend de réseaux optiques réservés pour distribuer les données du CERN à des centres de calcul spécialisés, situés en Europe, en Amérique du Nord et en Asie. Ensemble, ces ordinateurs répartis fournissent la puissance de calcul nécessaire pour gérer les grands ensembles de données du LHC. Le réseau fédérateur fourni par CANARIE a été essentiel pour la participation du Canada à cette initiative. De plus, CANARIE a été la première parmi les réseaux R-E à mettre en oeuvre un certain nombre de progrès techniques (en particulier les routes optiques contrôlées par l'utilisateur), progrès qui ont ensuite été adoptés par la collectivité R-E internationale, spécialement pour les grands projets scientifiques comme le LHC.
- Comme le projet ATLAS vient tout juste d'être mis sur pied, les résultats scientifiques sont encore à venir. Cependant, les résultats techniques des étapes de conception, approvisionnement, essai et exploitation d'un réseau R-E et des ordinateurs et mémoires associés pour répondre aux besoins croissants du projet ATLAS ont déjà été clairement démontrés. Il est indéniable que le système fonctionne.
- En tant que centre de données de niveau 1 d'ATLAS Canada, le laboratoire TRIUMF fournit un lien vital entre le Canada et la collectivité mondiale de sciences et technologie.
- La position prestigieuse du Canada sur la grille de calcul mondiale résulte en grande partie de l'infrastructure de réseau évolué que fournissent CANARIE et BCNET, qui est le RORE de la Colombie-Britannique.
- Le partenariat TRIUMF – CANARIE a été l'un des premiers à créer des réseaux R-E pour répondre à de tels besoins. En juillet 2010, par exemple, la collaboration ATLAS, qui regroupe une équipe de 3 000 scientifiques provenant de 38 pays, a annoncé des records mondiaux dans la recherche de nouvelles particules créées par des collisions proton-proton à haute énergie, dans le Grand collisionneur hadronique du CERN. Les chercheurs canadiens ont joué un rôle central dans ces recherches, en établissant de nouvelles limites sur la masse des nouvelles particules, grâce à une sensibilité supérieure à celle atteinte par d'autres équipes de recherche.

## Alignement sur les priorités du gouvernement

- Le partenariat TRIUMF – CANARIE, en association avec les RORE et des partenaires internationaux, permet aux chercheurs canadiens d'accéder à de l'équipement scientifique de pointe et à de vastes ressources de données, tout en leur offrant un dépôt et un centre de distribution des fonds de données et des résultats de la recherche à la collectivité internationale.
- Comme ce partenariat permet au Canada de participer à l'une des plus importantes entreprises scientifiques de l'histoire, il donne aux scientifiques et ingénieurs canadiens la

possibilité de contribuer à la masse des connaissances mondiales et, par conséquent, il crée au pays un avantage du savoir qui peut être exploité.

- L'appui de CANARIE à cette initiative pourrait créer des entreprises par essaimage, grâce à l'application du savoir-faire et des leçons apprises pendant les transferts massifs de données sur de multiples réseaux. Cet essaimage pourrait mener à des applications multimédia commerciales évoluées (n'oublions pas que le World Wide Web a été créé au CERN pour répondre aux besoins en matière d'information et de partage de données au sein de la collectivité mondiale de recherche en physique).
- L'avantage humain mentionné précédemment comprend la formation d'étudiants dans de nombreuses universités canadiennes, de même que la possibilité de recruter et de faire progresser la carrière de scientifiques et ingénieurs de premier plan qui travaillent sur des projets de classe mondiale.
- La participation actuelle du Canada au projet ATLAS et aux autres projets du CERN constitue un premier pas qui permettra ultérieurement au pays d'apporter sa contribution et d'exploiter de nouvelles façons de comprendre la nature et de nouvelles applications des résultats technologiques et scientifiques, en vue de résoudre des problèmes du monde réel dans de nombreux domaines, dont la santé, l'environnement et les technologies de l'information et des communications.

## Nouvelles orientations

- Le concept de grille de calcul n'est pas destiné exclusivement au domaine de la physique, car il est activement utilisé dans la recherche en chimie, en biologie et dans les sciences de l'environnement. De plus, de grandes sociétés financières du monde entier profitent déjà des avantages des réseaux et grilles de calcul, certaines d'entre elles traitant plus de 1 000 gigaoctets de données par jour.
- On observe actuellement une convergence des réseaux, des ordinateurs à grande échelle (comprenant grille, grappe et informatique en nuage) et des très grands ensembles de données. CANARIE et TRIUMF, de même que d'autres partenaires canadiens, sont à l'avant-garde de la recherche de nouvelles orientations en vue de créer une nouvelle classe de cyberinfrastructure évoluée. Des initiatives comme le LHC constituent l'environnement et le banc d'essai qui permettront de faire progresser de nombreux concepts et applications pratiques de cette convergence.

## B.4 CANARIE et les arts (Téléapprentissage au Centre national des arts)

### Description de l'initiative

- Le Centre national des arts (CNA) est un des hauts lieux des arts du spectacle au Canada. Situé à Ottawa, le CNA est principalement financé par le gouvernement du Canada, son budget étant complété par des contributions philanthropiques et les recettes des spectacles.
- Le projet Hexagone du CNA appuie les activités de diffusion nationale en enseignement des arts, en tirant parti de réseaux de nouvelle génération, comme le réseau CANARIE et Internet2 aux États-Unis, de même que de réseaux régionaux à haute vitesse dans le reste du monde. L'infrastructure large bande du CNA comprend un accès par réseau optique de pointe dans chacun de ses espaces de spectacle, de même que des installations sur place de

vidéoconférence et de production audio-vidéo. Le projet Hexagone comprend des séances de télémentorat avec des experts de la musique, du théâtre et de la danse.

- Le téléapprentissage se fait dans les deux sens, certaines leçons provenant du CNA tandis que d'autres sont acheminées au CNA et dans certains autres sites du Canada. C'est le cas notamment du programme Pinchas Zukerman, dans lequel les étudiants reçoivent des instructions de maestro Zukerman par l'intermédiaire du réseau, ce qui permet à des violonistes de profiter du savoir de l'un des musiciens les plus célèbres au monde. De plus, les musiciens de l'orchestre du CNA organisent presque toutes les semaines des séances de téléapprentissage au CNA.
- Le projet Hexagone permet également au directeur artistique du théâtre anglais du CNA, Peter Hinton, de communiquer avec des étudiants en théâtre situés dans d'autres villes canadiennes. Le projet intègre continuellement de nouvelles initiatives de téléapprentissage dans les arts du spectacle.
- Le programme « De Manhattan au canal Rideau », qui est un partenariat entre la Manhattan School of Music de la ville de New York et le CNA, exploite les ressources du réseau CANARIE et la technologie la plus récente de vidéoconférence à large bande pour connecter en temps réel des musiciens de renommée mondiale à de brillants étudiants. La saison se compose de quatre ateliers de maîtres du jazz, réalisés dans un lieu de spectacle professionnel de Manhattan, et transmis aux étudiants du CNA.

### **Pertinence de CANARIE**

- Auparavant, il était très difficile de transférer numériquement des images et des sons de haute fidélité pour atteindre une qualité comparable à celle d'une salle de concert ou de théâtre. CANARIE a été l'une des premières à solutionner ce problème.
- En partenariat avec CANARIE, le CNA utilise le réseau fédérateur de CANARIE et diverses connexions des RORE et raccordements à Internet2 aux États-Unis pour fournir des séances de téléapprentissage de haute qualité à des étudiants des arts du spectacle, situés dans plusieurs centres du Canada.
- Parmi les autres établissements artistiques qui sont connectés au réseau CANARIE, mentionnons l'Institut Emily Carr d'arts et de design, l'Ontario College of Art and Design, le Banff Centre, le Centre canadien du film et l'Office national du film. Le réseau CANARIE aide ces établissements à transformer l'enseignement des arts et à former ainsi une nouvelle génération d'artistes canadiens de classe mondiale.
- « Grâce au réseau CANARIE, le CNA a été l'un des premiers à utiliser le téléapprentissage pour enseigner les arts du spectacle », a déclaré le président et directeur général du CNA, Peter Herrndorf, dans un communiqué de presse du 2 février 2011.

### **Réalisation des résultats attendus**

- Depuis la saison 2004-05, le CNA a collaboré avec CANARIE pour offrir des services de téléapprentissage au moyen de connexions à haute fidélité sur réseau large bande, en particulier des leçons de musique données par des interprètes et enseignants de classe mondiale, comme Pinchas Zukerman, chef de l'orchestre du Centre national des arts et violoniste de réputation mondiale.
- En mars 2011, Astral Radio, division de la société cotée en bourse Astral Media Inc., a fait un don de 2,3 millions de dollars à la fondation du CNA – soit la contribution la plus importante jamais reçue par le CNA. Comme l'a souligné la presse écrite (voir notamment blogs.canoe.ca par Denis Armstrong) : « Les programmes qui bénéficieront le plus de ce financement additionnel comprennent les ateliers de maître du jazz qui font partie du programme « De

Manhattan au canal Rideau », la série Débuts de l'orchestre du Centre national des arts et l'Institut estival de musique ».

- Le fait qu'Astral Radio contribue au financement du programme « De Manhattan au canal Rideau » témoigne de l'intérêt, de la valeur et du succès de ce programme, qui dépend du réseau CANARIE et des bonnes relations de l'organisation avec les RORE et divers partenaires internationaux tels qu'Internet2.
- Jusqu'ici, plus de 1 600 étudiants doués ont participé au programme de téléapprentissage appuyé par CANARIE, au CNA lui-même et ailleurs au Canada, et plus de 100 artistes professionnels ont pu donner des classes par l'intermédiaire du réseau.

### **Alignement sur les priorités du gouvernement**

- Les priorités du gouvernement en matière de sciences et technologie ne concernent pas directement le monde des arts en général, ni le CNA en particulier. Cependant, le fait qu'un réseau à large bande évolué soit accepté comme un outil fiable pour mener des activités dans le monde des arts du spectacle constitue une étape importante qui permettra d'élargir le bassin des talents formé par les étudiants dans ce domaine, en leur offrant comme maître et mentor certains des interprètes et enseignants les plus réputés au monde. Il est clair qu'une telle entreprise crée aussi bien un avantage humain qu'un avantage du savoir.
- Grâce à cette collaboration entre CANARIE et le monde des arts, les applications prises en charge par le réseau CANARIE et ses partenaires s'étendent à un public plus large, qui dépasse le secteur technique traditionnel des scientifiques et ingénieurs. Il s'agit donc d'un effort entrepreneurial de CANARIE pour élargir l'intérêt et l'usage de l'infrastructure du réseau R-E du Canada à des domaines qui dépassent son champ d'application traditionnel.

### **Nouvelles orientations**

- La contribution philanthropique d'Astral Radio constitue un exemple de l'attrait que pourront exercer dans le futur des projets de haute technologie comme le programme « De Manhattan au canal Rideau ».
- Le canal de communication étant en place, l'objectif immédiat sera d'utiliser ce canal pour diffuser des contenus appropriés, en multipliant les leçons et les applications. Ce travail de développement et de diffusion incombera en grande partie à la collectivité des arts du spectacle. L'avenir de cette initiative est très prometteur.

## **B.5 Organisation virtuelle de services de santé (HSVO)**

### **Description de l'initiative**

- Le système HSVO est une plateforme unique de recherche et d'enseignement médical qui combine du logiciel, du matériel et des technologies évoluées de réseautique et d'informatique en un seul système intégré de simulation, résidant sur le Web.
- Au départ, le but du projet Organisation virtuelle de services de santé (HSVO) était de créer une plateforme de recherche durable destinée au développement expérimental de services de santé partagés par TIC et offrant les fonctions suivantes :
  - partage par les apprenants d'un équipement de simulation distant par l'intermédiaire du réseau CANARIE;

- combinaison d'équipements de simulation différents pour créer de nouvelles possibilités d'apprentissage, par exemple combinaison d'un modèle hypovolémique et d'une simulation du corps humain pour créer de meilleures simulations;
- possibilité de donner des cours à distance, en reliant par exemple une dissection effectuée à l'Université McGill, un formateur situé à Sudbury et des apprenants branchés en différents endroits, tous les participants voyant les mêmes ressources ou des ressources différentes selon la conception de l'activité.
- La plateforme HSVO permet aux établissements médicaux d'accéder à du logiciel de simulation, aux formateurs d'accéder à plus d'information et de se relier à un plus grand nombre d'apprenants, et aux étudiants en médecine et résidents d'accroître leur accès à des ressources d'apprentissage.
- Le maître d'œuvre du projet HSVO est la Northern Ontario School of Medicine (NOSM) de la Lakehead University. Les fonds dispensés par le programme PPR de CANARIE sont administrés par la Lakehead University avec le concours d'un certain nombre de partenaires, comprenant notamment NOSM Ouest (Thunder Bay), NOSM East (Sudbury), Université McGill, iDeal Consulting, Institut de technologie de l'information du Conseil national de recherches du Canada (ITI-CNRC, Fredericton), Centre de recherches sur les communications d'Industrie Canada (CRC, Ottawa), Stanford University (É.-U.), Innovation in Learning (IiL, É.-U.), University of Wisconsin et University College, Cork, Irlande.

### **Pertinence de CANARIE**

- Grâce à CANARIE, la plateforme HSVO a eu des effets positifs sur les soins de santé dans le nord de l'Ontario, en tirant parti de formes évoluées de l'infrastructure numérique pour compenser les inégalités dues à la distance, au coût des soins et à la disponibilité d'experts médicaux.
- La plateforme HSVO dépend du réseau à haute vitesse et grande largeur de bande de CANARIE et a été financée en partie par le programme PPR de CANARIE. La contribution du PPR à cette plateforme de recherche et d'enseignement s'est élevée à 2 millions de dollars.
- « Grâce aux possibilités de réseau évolué fournies par CANARIE et ORION (Réseau optique de recherche et d'innovation de l'Ontario), la plateforme HSVO permet aux apprenants de tous les cycles (y compris des praticiens qualifiés en cours de perfectionnement professionnel) de travailler avec certaines des meilleures ressources au monde, sans avoir à quitter les collectivités où ils travaillent » a déclaré Rachel Ellaway (Ph.D.), directrice du projet HSVO et vice-doyenne de la NOSM.
- Au cours d'une entrevue, Rachel Ellaway a également déclaré que, sans le financement de CANARIE, il aurait été impossible de conférer au projet HSVO son étendue et sa vision actuelles.

### **Réalisation des résultats attendus**

- CANARIE a contribué à cette nouvelle approche de la prestation de services de santé car elle peut générer des économies en optimisant l'usage de simulations médicales perfectionnées, ce qui permet d'augmenter le nombre d'étudiants sans pour autant augmenter le coût de l'enseignement.
- La principale innovation du projet HSVO a été de permettre aux établissements d'offrir des services d'enseignement à une population dispersée. Cependant, le projet n'a pas atteint la maturité souhaitée par ses concepteurs. Les outils, le logiciel, le matériel et la plateforme ont bien été développés et démontrés mais le suivi et la durabilité des travaux sont maintenant mis en doute.

- Le projet tire à sa fin car l'établissement responsable n'a pas les moyens de payer les coûts de connexion exigés par ORION. Pour accéder au réseau CANARIE, l'Université Lakehead doit passer par le réseau ORION, ce qui l'empêche de poursuivre le projet car elle refuse d'assumer les coûts supplémentaires.
- Au moment où le projet HSVVO tire à sa fin, des organisations comme l'ANSI, organisme de normalisation des États-Unis, envisagent d'adopter le modèle de simulation réparti de ce projet pour en faire une norme de communications dans les applications destinées aux services de santé.

### **Alignement sur les priorités du gouvernement fédéral en R-D et S-T**

- Selon l'Association médicale canadienne, il y a au pays entre quatre et cinq millions de Canadiens qui n'ont pas de médecin de famille. Pour que le Canada atteigne la moyenne de trois médecins par 1 000 citoyens des pays de l'OCDE, il aurait besoin immédiatement de 26 000 médecins de plus (données datant d'avril 2010). La plateforme HSVVO constitue l'un des moyens de s'attaquer à ce problème. Grâce à cette plateforme, des étudiants en médecine situés dans des collectivités éloignées du nord de l'Ontario ont pu observer une autopsie effectuée à l'Université McGill, sous la direction d'un enseignant situé à Sudbury, en accédant à des données et outils provenant en direct de la Californie et d'Ottawa.
- La plateforme HSVVO contribue directement aux priorités du Canada dans le secteur de la santé, en fournissant des ressources médicales de pointe et des possibilités de formation interactive à des formateurs et apprenants situés dans les régions rurales et éloignées.
- Grâce au réseau CANARIE, la plateforme HSVVO pourrait également améliorer la prestation de soins de santé aux patients situés dans les régions rurales du Canada.
- En permettant le partage virtuel de ressources sur de grandes distances et sans tenir compte des frontières, la plateforme HSVVO améliore considérablement le rendement de l'investissement dans les technologies de simulation évoluées et les technologies connexes. Le rendement de l'investissement est également augmenté par la création de nouvelles approches de conception, exécution et analyse de la formation et de l'évaluation des professionnels de la santé, en vue d'améliorer l'efficacité du système et la sécurité des patients.

### **Nouvelles orientations**

- D'après les commentaires de la directrice du projet HSVVO, CANARIE devrait s'efforcer de régler les problèmes ci-dessous dans sa nouvelle programmation pour le prochain mandat :
  - CANARIE devrait envisager de créer un portail pour permettre aux participants des différents projets de CANARIE de partager leurs expériences.
  - Jusqu'ici, CANARIE s'est concentrée sur les grands projets scientifiques et ne comprend pas nécessairement les intérêts d'autres disciplines de recherche, comme le partage de l'information médicale et la formation en médecine. CANARIE devrait s'efforcer d'acquérir du savoir-faire au-delà des sciences du génie.
  - Le fait que le savoir-faire de CANARIE ne soit pas suffisamment diversifié dans les différentes disciplines peut créer des problèmes pour les utilisateurs potentiels de CANARIE qui n'ont pas de formation en génie.
- Grâce à une importante contribution de CANARIE, les fonds mis à la disposition du projet HSVVO lui ont permis de recruter du personnel qualifié. Trois chercheurs de premier plan se sont joints à l'équipe pour participer au projet. Cependant, comme le projet tire maintenant à sa fin, il devient de plus en plus difficile de conserver ces chercheurs à l'école de médecine

NOSM de l'Université Lakehead. Il se peut que ce problème soit imputable à la position de l'université dans le nord de la province, mais l'apport de fonds additionnels pourrait contribuer à surmonter cette difficulté. Quoiqu'il en soit, la fin du projet et la perte de l'appui de CANARIE constitueront certainement une entrave au lancement de projets semblables à l'avenir.

- L'une des leçons à tirer de l'expérience HSVO est que CANARIE pourrait élargir sa clientèle, afin d'y inclure des segments de la collectivité de recherche et d'enseignement qui ne se concentrent pas nécessairement sur des projets de commercialisation ou d'entrepreneuriat. La santé et la médecine comptent parmi les domaines qui ont très peu à voir avec le commerce et les grands projets scientifiques. Le projet HSVO concernait principalement l'enseignement et l'apprentissage.

## B.6 Réseau GreenStar – Étude de cas du programme TI vertes

### Description de l'initiative

- Le réseau GreenStar (GSN) est un projet financé par CANARIE et dirigé par l'École de Technologie Supérieure (ÉTS) de Montréal, en collaboration avec un certain nombre de participants de l'industrie et d'établissements de recherche. Voici une liste partielle des partenaires de GSN : Association canadienne de normalisation, Grid Research Centre at University of Calgary, Back Force Network Inc., Prompt Inc., BastionHost Inc., Cybera Inc., Université du Québec à Montréal (UQAM), iDeal Consulting Inc., Centre de recherches sur les communications, Inocybe Technologies Inc., SigmaCo Inc., i2CAT Foundation, HeaNet, Institute of Broadband Technology (IBBT), National Digital Research Centre (NDRC), Energy Sciences Network (ESNet), Calit2, CISCO et ERICSSON.
- Le projet GSN a reçu 2 millions de dollars de CANARIE pour développer le premier réseau Internet au monde dans lequel les nœuds sont alimentés entièrement par l'énergie éolienne et solaire tout en garantissant aux utilisateurs la même fiabilité que le réseau Internet actuel, ce qui rend le réseau neutre en carbone.
- Plus généralement, le but du projet GSN est de créer la technologie et les normes nécessaires pour réduire l'empreinte de carbone des technologies de l'information et des communications (TIC), lesquelles sont responsables de 2 % des émissions de dioxyde de carbone dans le monde.
- Le projet GSN est articulé autour de trois composantes fondamentales, à savoir : (i) Distribution de l'infrastructure de calcul et de réseau dans des établissements géographiquement répartis – unifiés au moyen du réseau CANARIE; (ii) Intergiciel – en voie de développement dans le but de fournir des services d'informatique en nuage aux applications et utilisateurs; et (iii) Protocole de mesure du carbone – en voie de développement pour l'industrie des TCI, à laquelle il fournira une approche quantifiée des réductions d'émission de dioxyde de carbone, basée sur les normes de la famille ISO14064.

### Pertinence de CANARIE et alignement sur les priorités du gouvernement

- Dans le cadre du projet GSN, CANARIE a favorisé la recherche concertée entre des partenaires des secteurs public et privé, aussi bien à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale. En tant que composante essentielle du GSN, CANARIE a créé des partenariats de recherche nationaux et des réseaux de chercheurs. Au pays, le réseau GreenStar a joué un rôle important dans le développement d'applications et dans la commercialisation des résultats de la recherche en S-T de l'environnement, de même que dans les technologies de la santé et de la vie, des ressources naturelles et des communications.

- Parmi les exemples de projet axé sur l'environnement, mentionnons le projet Eco-ICT/Green ICT qui a été entrepris pour étudier la consommation de carburant sur les autoroutes de la série 401 à 420. Autre exemple, un nœud alimenté par l'énergie solaire a été créé par le CRC dans le réseau GreenStar. Le CRC a également utilisé le réseau CANARIE pour faire progresser les diagnostics de santé, en participant à un réseau virtuel qui a amélioré la formation d'étudiants en médecine. Dans le domaine des ressources naturelles, le réseau GreenStar a été utilisé pour la récupération et le traitement de l'or, de même que pour la récupération du pétrole provenant des sables bitumineux.
- Enfin, la collaboration de GSN avec ses partenaires européens, en particulier le projet Mantychore financé par l'UE, a facilité l'échange d'information scientifique et technique sur les TIC vertes, et l'utilisation de sources électriques autonomes sans émissions de carbone pour alimenter des réseaux et centres de données.

### Réalisation des résultats attendus

- CANARIE a joué un rôle essentiel dans l'établissement de partenariats entre les établissements de recherche et des instituts industriels et universitaires de premier plan au Canada et dans le reste du monde. L'un de ces instituts est le Partenariat de recherche orientée en microélectronique, photonique et télécommunications (PROMPT Inc.), dont le siège est situé à Québec. PROMPT a favorisé l'établissement de partenariats en R-D entre l'industrie et l'université dans le Canada et le reste du monde.
- Le partenariat entre GSN et Prompt Inc. a facilité le développement de nouvelles alliances qui augmentent la capacité en R-D des entreprises situées au Québec, optimisent les investissements publics dans la recherche et permettent la formation de personnel hautement qualifié. PROMPT a également établi un partenariat avec la Chine et la Californie pour renforcer le leadership du Québec dans le domaine des TIC vertes et pour créer de nouveaux débouchés en R-D et applications commerciales pour les chercheurs et entreprises du Québec et du reste du Canada. Enfin, PROMPT a co-hébergé des ateliers bilatéraux en Chine et en Californie qui ont réuni des leaders de l'industrie, du milieu universitaire et du gouvernement, et obtenu ainsi des résultats qui permettront d'élargir la collaboration mondiale dans le domaine des TIC vertes.
- Le réseau GreenStar a permis à PROMPT de participer à de la recherche évoluée dans d'autres secteurs – notamment dans la sécurité des réseaux de communications militaires, dans les applications de cybersécurité pour détecter des défauts de conception dans les applications, dans les mesures d'urgence, etc.. PROMPT dispose également d'un levier financier qui lui permet de générer 3 \$ pour chaque dollar investi par le gouvernement du Québec.
- La participation au GSN du Shanghai Research Centre for Wireless Communications (WiCO) de Chine facilitera la recherche bilatérale dans l'application des technologies sans fil à la réduction des émissions de carbone. De la même manière, la participation du California Institute for Telecommunications and Information Technology (Calit) facilitera l'établissement d'une connexion entre le projet GreenLight et le réseau GreenStar, ce qui permettra aux chercheurs du Canada et de la Californie d'accéder à distance à un large éventail d'outils, de technologies et de bancs d'essai, et de collaborer ainsi au développement de solutions de TIC vertes<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> <http://www.calit2.net/newsroom/release.php?id=1748>

## Nouvelles orientations

- Bien que le réseau GreenStar en soit encore à sa phase initiale, il a démontré son potentiel et pourrait être utilisé pour développer des applications dans presque tous les secteurs de l'économie canadienne. CANARIE a fourni au projet GSN un banc d'essai et un réseau peu coûteux. GSN serait maintenant en mesure d'envisager un certain nombre de nouveaux partenariats, dans la mesure où CANARIE pourra les financer. Les paragraphes qui suivent présentent deux de ces projets.
- Comme nous l'avons mentionné précédemment, la collaboration entre GSN et le projet Mantychore a pour but de faciliter l'échange d'information scientifique et technique sur les TIC vertes, et d'utiliser des sources électriques autonomes qui n'émettent pas de carbone pour alimenter des réseaux et centres de données. Le projet est divisé en trois phases, dont seulement la première a été financée jusqu'ici par CANARIE. Si GSN ne parvient pas à obtenir les fonds nécessaires de CANARIE, le partenariat ne pourra pas entreprendre les deux phases suivantes du projet. La phase 1 du projet intégrera les nœuds européens du GSN au réseau GreenStar canadien. Ces nœuds feront interface avec l'intergiciel GSN réparti dans le nuage, et hébergeront des machines virtuelles qui migreront entre le Canada et l'Europe dans leur poursuite de l'énergie éolienne et solaire.
- Dans la phase 2, les nœuds européens du GSN seront réorganisés en un réseau européen autonome et indépendant, fournissant ainsi à l'Europe un banc d'essai pour l'alimentation de services TIC à partir de sources d'énergie renouvelable. Le réseau GSN européen utilisera le logiciel GSN du Canada. Dans la phase 3, les réseaux GSN indépendants de l'Europe et du Canada seront fédérés pour constituer un réseau de réseaux. GSN et ses partenaires européens tenteront d'obtenir du financement commun pour réaliser cette phase.
- Le projet de protocole de mesure du carbone de GSN (GMP) vise à réaliser l'objectif ultime de CANARIE, à savoir l'établissement de crédits de carbone. La réalisation de cet objectif nécessite la prise en compte d'un certain nombre de considérations techniques, principalement liées à la mesure des émissions de carbone des TIC. Dans le cadre du projet GMP, un protocole de mesure des émissions de carbone sera élaboré afin de déterminer les éléments qui doivent être mesurés. La mesure fiable des émissions de CO<sub>2</sub> est la première étape à franchir pour garantir que le secteur des TIC deviendra neutre en carbone. GSN aura encore besoin des fonds de CANARIE pour poursuivre la mise en œuvre et entreprendre la phase de développement permanent des normes de ce projet.

## **Annexe C : Questions de l'évaluation et des entrevues**

### **C.1 Questions**

#### **C.1.1 Réussite : CANARIE a-t-elle atteint ses objectifs?**

**Question 1 (Objectif d'exploitation du réseau) :** Pendant le mandat en cours (du 1<sup>er</sup> avril 2007 à ce jour), dans quelle mesure CANARIE Inc. a-t-elle atteint son objectif « d'exploiter le réseau CANARIE pour en faire une infrastructure essentielle à la recherche »? *Cet objectif comprend l'expansion des possibilités du réseau, la mise à niveau de la capacité du réseau, l'accroissement de l'accès au réseau et de l'utilisation de ce dernier, et l'amélioration de la participation du Canada aux réseaux internationaux et aux initiatives de collaboration.*

**Question 2 (Objectif d'innovation technologique) :** Depuis le 1<sup>er</sup> avril 2007 jusqu'à ce jour, dans quelle mesure CANARIE Inc. a-t-elle atteint son objectif d'innovation technologique – à savoir : « développer, démontrer et mettre en œuvre des technologies de nouvelle génération pour faire de CANARIE un réseau de recherche de pointe »? *Cet objectif comprend le développement d'interfaces et d'outils logiciels orientés services en vue de faciliter l'usage des ressources du réseau et l'intégration de l'équipement et des ressources réparties. Il comprend également le positionnement du Canada comme leader reconnu dans le développement et l'utilisation de réseaux de recherche évoluée.*

**Question 3 (Objectif relatif au forum annuel des utilisateurs) :** Dans quelle mesure le forum annuel des utilisateurs de CANARIE contribue-t-il efficacement à la discussion, la planification et la mise en œuvre des objectifs de CANARIE?

#### **C.1.2 Pertinence : CANARIE est-elle toujours pertinente?**

**Question 4 :** Depuis le 1<sup>er</sup> avril 2007, CANARIE a-t-elle répondu aux besoins pertinents de la collectivité de recherche et d'enseignement du Canada? *Cette question comprend la création d'un environnement novateur de recherche et d'enseignement dans les établissements canadiens, l'accroissement de la recherche concertée à l'échelle nationale et internationale, et la réduction des inégalités entre les établissements canadiens de recherche et d'enseignement.*

**Question 5 :** CANARIE est-elle toujours pertinente? *Cette question comprend l'évaluation des besoins de CANARIE au cours des deux à cinq prochaines années en matière de largeur de bande, connectivité, capacité et points d'accès – aussi bien pour le réseau fédérateur que pour les technologies sans fil. La question porte également sur les moyens que CANARIE devrait ou pourrait employer pour répondre à ces besoins et sur les effets que l'abolition de CANARIE aurait sur la collectivité de recherche et d'enseignement du Canada.*

**Question 6 :** Comment CANARIE contribue-t-elle à faire progresser la stratégie globale du Canada en vue de réaliser le potentiel des sciences et la technologie au profit du Canada et de créer ainsi un avantage concurrentiel? *Cette question englobe l'avantage humain (soit les facteurs qui contribuent à recruter et conserver du personnel hautement qualifié (PHQ); l'avantage entrepreneurial (notamment brevets, droits d'auteur, produits et services); et l'avantage du savoir (c'est-à-dire la création de meilleures possibilités d'apprentissage pour les étudiants, l'encouragement à l'excellence en recherche, le renforcement de la collaboration entre les universités et le secteur privé et l'accroissement des effets des investissements du gouvernement fédéral en R-D).*

**Question 7 :** Dans quelle mesure CANARIE a-t-elle contribué à faire progresser les quatre priorités du Canada dans sa politique de recherche et développement? *Les quatre priorités en question sont les suivantes : (i) sciences et technologies de l'environnement; (ii) sciences et technologies de la santé et de la vie; (iii) ressources naturelles et énergie; et (iv) technologies de l'information et des communications.*

### C.1.3 Efficacité

**Question 8 :** Depuis le 1<sup>er</sup> avril 2007, CANARIE a-t-elle dispensé les fonds nécessaires et suffisants et les a-t-elle répartis de façon appropriée dans l'ensemble du Canada pour atteindre tous ses objectifs en matière d'exploitation du réseau et de programmes de soutien?

**Question 9 :** Quelle est l'efficacité des programmes de financement en R-D de CANARIE par rapport aux autres programmes canadiens de R-D et S-T? *Cette question comprend la comparaison des coûts entre les activités et programmes de CANARIE et ceux des activités et programmes du CRSNG, des IRSC, de la FCI et du CRSH, en ce qui concerne l'effet de levier des fonds, les dépenses d'exploitation, la mise en œuvre de bonnes pratiques pour l'attribution des fonds de R-D et l'efficacité dans la gestion du mandat.*

**Question 10 :** Quelle est l'efficacité des activités et programmes de CANARIE par rapport aux activités et programmes d'organisations homologues qui exploitent un réseau évolué dans d'autres pays — notamment É.-U., R.-U., Pays-Bas, Nouvelle-Zélande, Australie et pays scandinaves? *Les points à comparer pour cette question comprennent notamment l'étendue du trafic utilisateur, le nombre d'établissements raccordés, les coûts de l'exploitation du réseau et du financement des programmes, les indicateurs de rendement et les meilleures pratiques, la qualité des services et les différents modèles de réalisation des programmes et de gestion du réseau.*

**Question 11 :** Les établissements et utilisateurs connectés ont-ils pu réaliser des économies ou des gains grâce aux ressources gérées et exploitées par CANARIE? *Dans l'affirmative, quelles sont les économies ou gains qui ont été réalisés grâce aux programmes de financement et à l'exploitation du réseau de CANARIE? Y aurait-il un autre modèle de réalisation des programmes qui pourrait être plus économique (secteur privé notamment)? Quels sont les avantages comparatifs pour CANARIE de la location et de la propriété des ressources du réseau et vice-versa?*

### C.1.4 Nouvelles orientations

**Question 12 :** Y a-t-il de nouvelles initiatives que CANARIE devrait entreprendre si son mandat est renouvelé pour la période de 2012 à 2017?

**Question 13 :** Sans tenir compte du mandat en cours, CANARIE pourrait-elle répondre à certains besoins de la collectivité de recherche et d'enseignement du Canada qui ont été négligés jusqu'ici? Dans l'affirmative, quels seraient ces besoins?

### C.1.5 Autres questions

**Question 14 :** Que se passerait-il si CANARIE cessait d'exister le 1<sup>er</sup> avril 2012 (à la fin du mandat en cours)?

**Question 15 :** CANARIE a-t-elle produit des résultats inattendus (positifs ou indésirables)?

## C.2 Questions relatives aux études de cas

1. CANARIE a-t-elle contribué de façon importante à ce projet? Que serait-il arrivé en l'absence de CANARIE ou si CANARIE n'avait pas contribué au projet (soit directement en fournissant un soutien financier et/ou indirectement en donnant accès au réseau à haute vitesse évolué de CANARIE)?
2. De quelle façon CANARIE a-t-elle fourni ou fournit-elle aux chercheurs un outil fondamental pour l'innovation?
3. Dans quelle mesure CANARIE favorise-t-elle la collaboration entre les chercheurs de ce projet et les chercheurs d'autres établissements, universités et collèges et les établissements de recherche du secteur privé?
4. CANARIE vous a-t-elle aidé à obtenir du financement pour les initiatives et activités de recherche de votre projet (par exemple, des fonds provenant d'autres organismes de financement du gouvernement fédéral ou provincial et des contributions du secteur privé)? Dans l'affirmative, pourriez-vous spécifier quelle proportion du financement total du projet a été obtenue grâce au financement de CANARIE? L'utilisation du réseau évolué de recherche et d'enseignement CANARIE a-t-elle procuré au projet des économies et/ou des gains?
5. Dans quelle mesure CANARIE a-t-elle aidé le projet à obtenir des collaborations internationales et à placer le Canada à l'avant-garde de la recherche dans votre domaine?
6. Dans quelle mesure votre projet a-t-il contribué aux priorités du gouvernement fédéral en S-T, c'est-à-dire dans quelle mesure a-t-il permis de recruter et de conserver du personnel hautement qualifié (PHQ); de générer de nouveaux brevets, droits d'auteur, produits et services; de créer de meilleures conditions d'apprentissage pour les étudiants; et d'accroître les effets des investissements en R-D du gouvernement fédéral (en créant notamment de nouveaux débouchés commerciaux, des entreprises essaimées du secteur privé ou de nouvelles technologies qui contribuent à augmenter la productivité des Canadiens)?
7. Comment CANARIE pourrait-elle améliorer sa contribution à la collectivité de recherche et d'enseignement du Canada au cours des deux à cinq prochaines années, en particulier dans son soutien à des initiatives ou projets comme le vôtre?
8. Aimerez-vous ajouter d'autres aspects qui n'ont pas été traités dans les questions de cette entrevue au sujet du rôle de CANARIE dans votre projet?

## C.3 Questions adressées aux organismes de financement

1. En tant que partenaire de financement qui appuie la collectivité de recherche et d'enseignement (R-E) du Canada, pouvez-vous dire de quelle façon CANARIE a pu compléter ou reproduire les programmes ou services de votre organisation? Par exemple, comment a-t-elle pu compléter ou reproduire vos objectifs en matière d'innovation et de commercialisation?
2. Pouvez-vous dire si l'existence et l'utilisation du réseau à ultra haute vitesse CANARIE a agi comme un levier pour les chercheurs et enseignants qui ont bénéficié des programmes ou

- services de votre organisation? Dans quelle mesure la connectivité et les possibilités de collaboration entre chercheurs et enseignants figurent-ils dans votre processus de sélection et de programmation?
3. Quels moyens CANARIE pourrait-elle employer au cours des deux à cinq prochaines années pour contribuer davantage aux objectifs de votre organisation et créer un effet de levier ou un certain degré de complémentarité pour ces objectifs, au bénéfice des chercheurs et enseignants et de l'avancement des objectifs stratégiques en R-D du Canada?
  4. Certains de vos programmes comportent-ils des caractéristiques de recouvrement des coûts? Dans l'affirmative, dans quelle mesure ces caractéristiques ont-elles contribué aux revenus de votre organisation et à la durabilité de vos programmes destinés à la collectivité R-E? Y a-t-il des leçons que CANARIE, en tant qu'organisation principalement financée par le gouvernement fédéral, pourrait tirer de cet aspect de vos modèles de programmation?
  5. Aimerez-vous mentionner certains aspects qui n'ont pas été traités dans les questions de cette entrevue au sujet du rôle de CANARIE dans le soutien à la collectivité R-E du Canada?

#### C.4 Questions adressées aux organisations internationales

1. Veuillez décrire brièvement votre relation ou interaction avec CANARIE en tant qu'organisation et en tant que société exploitante d'un réseau évolué de recherche et d'innovation. *Par exemple : Avez-vous entrepris ensemble des travaux de recherche concertée ou des initiatives de mise à niveau ou d'extension du réseau? Échangez-vous ou partagez-vous des documents stratégiques, techniques ou autres? Collaborez-vous avec CANARIE ou organisez-vous ensemble des événements qui traitent des défis ou discutent des nouvelles orientations dans les activités et services des réseaux évolués (notamment forums ou symposiums internationaux, comités de normalisation, études d'analyse comparative des performances)?*
2. Dans quelle mesure votre organisation et votre réseau évolué ont-ils contribué à des collaborations internationales et permis à votre pays ou région d'atteindre un niveau mondial pour la qualité de la recherche? Pouvez-vous évaluer dans quelle mesure cette collaboration en recherche est attribuable à l'interaction ou au partenariat avec l'organisation CANARIE, de même qu'à la connectivité au réseau de CANARIE au Canada? Au cours des cinq dernières années, cette interaction ou relation avec CANARIE a-t-elle augmentée ou diminuée, ou est-elle restée approximativement au même niveau? Pourriez-vous décrire éventuellement les besoins futurs et nouvelles avenues de collaboration entre votre organisation ou réseau et CANARIE (pendant les deux à cinq prochaines années)?
3. Quelles sont les pratiques de planification et de gestion que votre organisation considère comme efficace pour fournir des possibilités de réseau évolué à la collectivité de recherche et d'enseignement de votre pays? *Voici quelques exemples de bonnes pratiques que vous pourriez citer : mode d'établissement des priorités pour les activités et programmes de financement; pratiques de planification stratégique pour répondre aux besoins futurs de la collectivité de recherche et d'enseignement; gestion du trafic réseau et utilisation de la capacité; indicateurs clés de rendement pour mesurer les impacts et résultats; mode d'organisation des concours pour le soutien financier (notamment formule d'examen par les pairs); surveillance des programmes et production de rapports; et évaluation des projets.*
4. Quelle est la principale source de fonds ou de revenus pour votre organisation et pour la gestion et l'exploitation de votre réseau évolué et des services connexes? Avez-vous d'autres

- sources de financement pour les activités de votre organisation et pour les programmes de réseautique évoluée? Vos gouvernements de niveau national, régional, provincial ou d'état fournissent-ils un soutien financier à votre organisation ou réseau?
5. Certains de vos programmes comportent-ils des caractéristiques de recouvrement des coûts? Dans l'affirmative, dans quelle mesure ces caractéristiques ont-elles contribué au revenu de votre organisation et à la durabilité des programmes qui contribuent à la collectivité de recherche et d'enseignement dans votre pays ou région?
  6. De quelle façon votre organisation et votre réseau évolué fournissent-ils aux chercheurs et enseignants de votre pays ou région un outil fondamental pour l'innovation et l'apprentissage? Quels sont les changements que vous prévoyez à court terme (au cours des deux à cinq prochaines années) dans votre organisation et votre réseau? *Par exemple, croissance pour absorber la demande accrue en connectivité internationale, impartition des activités, déploiement d'applications commerciales, augmentation du nombre d'établissements membres et de partenaires, et évolution pour suivre la demande croissante en matière de nouvelles technologies de réseau évolué.*
  7. Pourriez-vous nous diriger vers des documents spécifiques ou des sources d'information accessibles au public qui décrivent votre organisation et votre réseau en termes de taille (notamment nombre d'employés, budget), d'étendue des activités ou trafic du réseau, d'établissements membres, de partenariats avec d'autres organisations, d'orientations stratégiques, de portée et diversité des activités et opérations, d'exemples à suivre ou d'études de cas?

## **Annexe D : Liste des personnes interrogées**

- Abdulhai, Baher, Co-président de ONE-ITS, University of Toronto
- Adalat, Reza (Ph.D.), Directeur des systèmes et programmes, Université McGill
- Aldridge, Don, DG, Recherche et sciences de la vie, IBM Canada Ltée
- Ayromlou, Many, Spécialiste TI, Centennial College
- Baldwin, Susan, Directrice administrative, Calcul Canada
- Best, Derek, Directeur, Programmes de recherche, Precarn Inc.
- Bjerring, Andrew K., Ancien président, CANARIE
- Bjornson, Pam, Directrice générale, ICIST, Conseil national de recherches du Canada
- Blain, Isabelle, Vice-présidente, Subventions de recherche et bourses d'études, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG)
- Brunt, Howard, Vice-président à la recherche, University of Victoria
- Carter, Nancy, Directrice des Finances, CANARIE Inc.
- Cheriet, Mohammed (Ph.D.), Professeur titulaire, Département de génie de la production automatisée, École de technologie supérieure
- Clark, Donald, Administrateur général, Research and Education Advanced Networks, New Zealand (REANNZ)
- Clinton, Marshall, Directeur, Services des technologies de l'information, University of Toronto
- Crawhall, Robert (Ph.D.), Vice-président des Opérations, Precarn Inc.
- Danet, Pierre-Yves, Vice-président Stratégie (NEM - Networked & Electronic Media), France Telecom
- Davidson, Robert, Vice-président, Programmes et planification, Fondation canadienne pour l'innovation
- Despins, Charles, Président de Prompt, Québec et professeur auxiliaire à l'INRS-EMT
- Diamond, Sara, Présidente, Ontario College of Arts and Design (OCAD)
- Dolgonas, Jim, Administrateur général, CENIC, Californie
- Dryden, Trish, Vice-présidente adjointe, Recherche appliquée et planification générale, Centennial College
- Dumouchel, Bernard, Conseiller spécial, Conseil international pour l'information scientifique et technique (ICSTI)
- Ellaway, Rachel (Ph.D.), Chercheuse principale, Health Services Virtual Organization (HSVO), Lakehead University, et vice-doyenne, Informatique de l'enseignement, Northern Ontario School of Medicine
- Evans, Alan (Ph.D.), Directeur de CBRAIN, Hôpital de l'Institut neurologique de Montréal
- Fitzgibbons, Kevin, Directeur, Division de l'innovation, des sciences et de la technologie, ministère des Affaires étrangères et du Commerce international Canada
- Fulcher, James, Directeur, Politique et planification stratégique, Industrie Canada

- Gagné, Bob, DPI York University et président CDPIUC (Conseil des dirigeants principaux de l'information des universités canadiennes)
- Ghadbane, Jim, Directeur de la technologie, CANARIE Inc.
- Graham, Darin P.W., Président, ORION - Optical Regional Advanced Network of Ontario
- Hancock, Chris, Administrateur général, AARnet, Australie
- Hrybyk, Michael, Président et directeur général, BCNet
- Ionescu, Dan (Ph.D.), Professeur, École d'ingénierie et de technologie de l'information (EITI), Université d'Ottawa
- Joncas, Hélène, Directrice de la stratégie, CANARIE Inc.
- Jones, Tim, Président et directeur général, Artscape
- Kerr, Anne, Directrice (Région SE5), Toronto District School Board
- Labonté, François, Directeur, Développement commercial, R-D et commercialisation, CRIM
- Leon-Garcia, Alberto, Professeur de génie électrique et d'informatique, University of Toronto
- Lévesque, Guy, Directeur des programmes, Fondation canadienne pour l'innovation
- Lockyer, Nigel, Directeur, TRIUMF
- Logan, Robert, Chercheur principal et professeur émérite, Département de physique, University of Toronto, Laboratoire d'innovation stratégique, OCAD University.
- Lord, Martin, Directeur du développement commercial (Centre de l'Ontario), Centres d'excellence de l'ontario (CEO)
- McWalter, Ian, Président et directeur général, CMC Microsystems
- Marlow, Nancy, Directrice, Finances et ressources humaines, et secrétaire-trésorière, CMC Microsystems
- Miller, Gerry, Président, MRnet; administrateur général, Services d'informatique et de technologie, Université du Manitoba
- Moore, Gale, Ancien directeur, Knowledge Management Design Institute, University of Toronto
- Mowbray, Graham, Directeur de l'informatique et des communications, Memorial University, Terre-Neuve
- Murphy, Janet, Directrice ABEL, York University
- Neggens, Kees, Administrateur général, SURFnet, Pays-Bas
- Panter, Jason, Directeur, Téléapprentissage, Systèmes d'information et de technologie, Aurora College, Territoires du Nord-Ouest
- Pascoe, Mike, Président et directeur général, Magor
- Rancourt, Nancy, Directrice des opérations, Réseau d'informations scientifiques du Québec inc. (RISQ)
- Rankin, Ron, Directeur des projets et du soutien à la recherche, Rogers Communications Centre, Ryerson University
- Roche, Jim, Président et chef de la direction, CANARIE Inc.
- Sado, Anne, Présidente, George Brown College

- Savoie, Michel, Directeur de la recherche, Applications à large bande (BADLAB), Centre de recherches sur les communications du Canada
- Serrano, Ann, Directrice de l'habitat, Centre canadien du Film
- Sharma, Harry, Spécialiste des études de marché/analyste en politiques, CANARIE Inc.
- Simmonds, Rob (Ph.D.), Directeur de la recherche, WestGrid, Département de sciences informatiques, University of Calgary
- St. Arnaud, Bill, ancien directeur de la recherche, CANARIE
- Stewart, Walter, Directeur - Walter Stewart and Associates
- Tsang, Eric, Directeur, Développement commercial, Centre de recherches sur les communications du Canada
- Tuer, Kevin, Administrateur délégué, Canadian Digital Media Network
- Vanier, Michel, Directeur général nommé d'office, Réseau d'informations scientifiques du Québec inc. (RISQ)
- Vessey, Blair, Programmeur/analyste, AVC Hospital and Laboratory Systems Team, University of Prince Edward Island
- Winsor, Robin, Président et chef de la direction, Cybera Inc.
- Woodsworth, Andrew, Directeur, Galaxy Consulting
- Yasmeen, Giselle, Vice-présidente, Partenariats, Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH)

## **Annexe E : Documents de référence**

- A Sustainable Financial Model for KAREN, REANNZ, mai 2010.
- Baldwin, Susan, The View from Compute/Calcul Canada, Présentation de diapositives au Forum des utilisateurs de CANARIE, 25 novembre 2010.
- Canada's Digital Environment for Research, Innovation and Education, document soumis par les organisations CDMN, RCDR, CDPIUC, CANARIE Inc. et Calcul Canada à la Consultation sur l'économie numérique d'Industrie Canada, 28 juin 2010.
- CANARIE, Accord de financement entre le ministre d'Industrie Canada et CANARIE Inc., 2007.
- CANARIE, Forum des utilisateurs, 24 et 25 novembre 2010, Toronto, Présentation de diapositives.
- CANARIE, Modèle logique, 2010.
- CANARIE, Plan d'affaires annuel, 2008-2009, 30 novembre 2007.
- CANARIE, Plan d'affaires annuel, 2009-2010, 5 décembre 2008.
- CANARIE, Plan d'affaires annuel, 2010-2011, 30 novembre 2009.
- CANARIE, Politique d'acheminement sur le réseau, 25 août 2010.
- CANARIE, Politique d'assignation et d'attribution des adresses IPv6, 27 août 2010.
- CANARIE, Politique d'utilisation acceptable.
- CANARIE, Politique en matière de connexions.
- CANARIE, Rapport annuel au Ministre d'Industrie Canada, 21 juillet 2009.
- CANARIE, Rapport annuel au Ministre d'Industrie Canada, 27 juillet 2010.
- CANARIE, Rapport annuel sur le rendement 2007-2008, soumis à Industrie Canada, 30 septembre 2008.
- CANARIE, Stratégie d'évaluation, de vérification et de rendement, CANARIE Inc., mars 2008
- Clayman, Bruce P., J. Adam Holbrook et Brian Wixted, Network Measurement Project, Centre for Policy Research on Science and Technology, Simon Fraser University, 22 mars 2011.
- Collaborating at a Distance: A Catalyst for Advancing Research and Education in Ontario, Results from the ORION Collaborative Research and Activity Survey, 2009.
- Collaboration drives advances in R & E -- ORION user survey, Research and Education News, ORION, mai 2009, <http://www.orion.on.ca/newsletter/may09/survey.html>
- Cyberinfrastructure and the Research Process in Canada, Résultats de l'atelier de Toronto, CANARIE, 17 et 18 décembre 2009.
- Dumontier, Michael, What researchers want? Présentation de diapositives au Forum des utilisateurs de CANARIE, novembre 2010.
- Edler, Jakob, Paul Cunningham, and Kieron Flanagan, Drivers of International collaboration in research: Final Report, Commission européenne, 2009.
- Final Evaluation of CAnet 4: Final Report, par Hickling Arthurs Low, CANARIE Inc., 31 mars 2006.
- Final Report: Design and Implementation of a Performance Audit, par Hickling Arthurs Low, CANARIE Inc., 28 septembre 2010.

- Forum des utilisateurs de CANARIE 2009, Compte-rendu des délibérations, CANARIE.
- Forum des utilisateurs de CANARIE 2010, Rapport de Walter Stewart, facilitateur.
- Freen, Russ, Innovation Testbed, Présentation de diapositives au Forum des utilisateurs de CANARIE, novembre 2010.
- John Dyer, The Case for National Research and Education Networks (NRENS), Rapport de TERENA, 22 janvier 2009.
- Joncas, Hélène, CANARIE, 2012 and Beyond: The year in review, the years ahead, Présentation de diapositives au Forum des utilisateurs de CANARIE, novembre 2010.
- Joncas, Hélène, De la puissance pour l'écosystème canadien de l'innovation, Présentation de diapositives, CANARIE, 4 mars 2010.
- Oliveira, Michael, "Canadian researchers hope to green the web, make Canada the world's web server", The Canadian Press, 28 juillet 2010.
- ORION introduces O3 Collaboration: Research network unveils free collaboration service for researchers and educators in Ontario", Communiqué de presse, ORION, 6 octobre 2009.
- Performance Report, Network-Enabled Platforms (NEP) Program, Annual Performance Report, Lakehead University, HSWO, N° NEP-11, 26 juin 2009.
- Performance Report, Network-Enabled Platforms (NEP) Program, Annual Performance Report, Project Information, McGill University, GBRAIN, N° NEP-53, 30 mai 2010.
- Performance Report, Network-Enabled Platforms (NEP) Program, Annual Performance Report, The University of Western Ontario, Science Studio, N° NEP-01, 8 juin 2009.
- Performance Report, Network-Enabled Platforms (NEP-2) Program, Annual Performance Report, McGill University, Open Orchestra, N° NEP-54, 30 mai 2010.
- Performance Report, Network-Enabled Platforms (NEP-2) Program, Annual Performance Report, University of Victoria, HEP Legacy Data Project, N° NEP-52, 15 mai 2010.
- Programme d'extension des infrastructures (PEI) et Programme des routes optiques (RP), Rapport sur le rendement du PPR HSWO, mai 2010.
- Proposition pour un banc d'essai canadien de l'innovation, soumis par CANARIE Inc. (et al.) à la Consultation sur l'économie numérique d'Industrie Canada, 5 juillet 2010.
- Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada, Politique du Canada en matière de sciences et de technologie, Industrie Canada, 2007.
- Research and Education Advanced Network New Zealand Limited, Énoncé d'intention, 2010-2013, REANNZ, mai 2010.
- Research and Education Advanced Network New Zealand Ltd, Rapport annuel pour l'exercice se terminant le 30 juin 2010, REANNZ.
- Sherwood, John, Salient Points per Institution re CANARIE Networking, Alindale Consultants, 15 septembre 2010.
- SRNet Member Intelligence Project: Membership Survey and Analysis, ORAN Communications Program, Saskatchewan Research Network, 4 septembre 2009.
- St. Arnaud, Bill, A Path to Independence and Sustainability for CANARIE , A Strategic Vision for CANARIE, ORANs and R&E community in Canada, présentation de diapositives non datée.
- Summative Evaluation of CANARIE Phase 3: Final Report, par Hickling Arthurs Low, préparé pour la Direction générale de la vérification et de l'évaluation, Industrie Canada, 18 décembre 2003.

- Sutherland, Lynn, What is a Cloud?, Présentation de diapositives au Forum des utilisateurs de CANARIE, novembre 2010.
- TERENA Compendium of National Research and Education Networks in Europe, TERENA, Édition 2010.
- TERENA, Report on Requirements of Users in Schools, the Healthcare Sector and the Arts, Humanities and Social Sciences, Rapport de TERENA, avril 2008.
- TERENA, Report on Researchers' Requirements, Rapport de TERENA, décembre 2007.
- The Cloud Dividend: Part One, The economic benefits of cloud computing to business and the wider EMEA economy, Centre for Economics and Business Research Ltd. (cebr), décembre 2010.

## **Annexe F : Équipe d'évaluation**

### **Équipe Nordicité/Bytown**

- Peter Lyman, Associé principal, Nordicité et directeur de projet, étude des avantages économiques et étude d'évaluation de CANARIE
- Hussein Rostum, Associé principal, Bytown Consulting et directeur de projet, étude d'évaluation de CANARIE
- Dustin Chodorowicz, Associé, Nordicité et directeur de projet, étude des avantages économiques de CANARIE
- Sam Rostum, Associé, Bytown Consulting.
- Stuart Jack, Associé, Nordicité
- Kurt Eby, Directeur, Nordicité
- Jiang Hee, Collaborateur de Nordicité.

### **Conseillers**

- Bill Hutchison, Président et directeur général, Hutchison Management International
- Keith Parsonage, Directeur, Keith Parsonage and Associates (ancien Directeur général de la Direction générale des TIC, Industrie Canada)
- Peter MacKinnon, Administrateur général, Projet WiSense, École d'ingénierie et de technologie de l'information (ÉITI), Université d'Ottawa
- Kathleen Webb, CRS Technology Corp. et Directrice, Mobile Experience Innovation Centre.