

# Établissement d'un réseau à haute vitesse à l'Université de Montréal, ainsi qu'avec ses établissements hospitaliers affiliés et avec l'Internet

Michel Vanier

## 1. Introduction

L'Université de Montréal conduit présentement un projet de modernisation du réseau campus et des interconnexions de son réseau avec l'Internet académique. Le premier objectif du projet est de doter l'Université d'un réseau de télécommunication qui soit à la pointe de la technologie et qui permette de supporter les applications les plus exigeantes pour la recherche et l'enseignement, au cours des cinq prochaines années. Le second objectif est d'améliorer de façon importante la fiabilité et la disponibilité du réseau, ce dernier étant sollicité par presque toutes les applications des technologies de l'information. Le bon fonctionnement de l'Université requiert un réseau de grande qualité que ce soit pour la recherche, l'enseignement ou l'administration.

Le réseau de l'Université relie ensemble une quarantaine de pavillons situés sur le campus principal ainsi que dans un rayon de deux kilomètres en milieu urbain. Le réseau dessert aussi le campus de la Faculté de médecine vétérinaire situé à 50 kilomètres à l'extérieur de Montréal ainsi que l'observatoire astronomique du Mont Mégantic situé à quelques 250 kilomètres. Au terme du projet, plus de 10 000 nouveaux câbles auront été installés dans les différents locaux, des centaines de kilomètres de fibre optique posés, les salles d'équipements modernisées et les équipements de réseau remplacés pour offrir un service de 100 Mbps commuté. Le budget de ce premier volet du projet est de près de 9 000 000 \$ CAN.

L'Université de Montréal est aussi fortement impliquée dans le secteur de la santé. La formation des professionnels de la santé et la recherche en santé s'effectue pour une part importante dans 12 établissements hospitaliers affiliés. Un second volet consiste à raccorder ces établissements par des liens de fibre optique à haute vitesse et à rehausser les réseaux locaux des Centres de recherche qui s'y trouvent pour offrir un service de 100 Mbps commuté. Le budget de ce volet est de près de 6 000 000 \$. Ce volet soulève toutefois des questions de juridiction, l'enseignement supérieur et la santé relevant de deux ministères différents, avec en toile de fonds la question de la confidentialité du dossier patient.

Le projet est financé à parts égales par la Fondation canadienne pour l'innovation, un important programme de modernisation des infrastructures de recherche dans les universités, ainsi que par le gouvernement du Québec, pour la partie qui est admissible aux subventions de recherche. L'Université finance la partie des investissements requis pour les besoins de l'enseignement et de l'administration. Le projet bénéficie aussi d'excellentes conditions d'achat d'équipements de la part de la firme Cisco, à titre d'entreprise partenaire.

## 2. Le réseau campus

### *Caractéristiques du plan de câblage*

Le réseau campus avait été constitué principalement à l'occasion d'un projet d'acquisition d'autocommutateur téléphonique en 1990. Un plan de câblage comportant quelques 6 000 prises de voix et autant pour la transmission des données avait alors été installé. La règle utilisée était d'installer une plaque avec une prise pour le téléphone numérique et une pour la transmission des données, dans tout local déjà doté d'un poste téléphonique analogique. Plusieurs milliers de prises ont été ajoutées depuis. L'objectif d'aujourd'hui est que tout local utilisé par le personnel ou pour l'enseignement et la recherche soit desservi par le nouveau plan de câblage.

Le câblage de catégorie 4 installé en 1990 ne peut supporter des vitesses de transmission supérieures à 10 Mbps, ce qui constitue un frein au développement de la recherche dans plusieurs domaines. Le nouveau câblage de catégorie 5e sera utilisé initialement avec des commutateurs à 100 Mbps. Il sera toutefois certifié pour pouvoir supporter des vitesses de transmission de 1 Gbps. La plupart des salles d'équipement construites à l'occasion du projet de 1990 sont inadéquates pour les besoins d'un réseau de transmission de données moderne. Plusieurs de ces salles doivent être agrandies ou relocalisées et leurs caractéristiques électriques et mécaniques revues selon les normes d'aujourd'hui. L'ancien plan de câblage continuera cependant à être utilisé pour les besoins de la téléphonie.

Le réseau dorsal actuel est constituée de liens de fibre optique de différents types, de câblage coaxial ou de cuivre dans certains cas. Plusieurs pavillons hors campus sont encore desservis par des liens de type T1 (E1) utilisant du câblage de cuivre, dont certains loués de la compagnie du téléphone. Le nouveau plan de câblage sera entièrement composé de liens privés de fibre optique mono-mode pour l'interconnexion des salles d'équipements et des pavillons entre eux. Des fibres excédentaires seront réservées pour répondre aux besoins des projets de recherche les plus exigeants.

### **Architecture**

Le nouveau réseau est construit selon une architecture à trois niveaux. Le premier niveau comporte environ 70 salles (niveau accès) auxquelles le câblage de toutes les prises aboutissent. Les salles du niveau accès sont reliées à 6 salles de niveau distribution. Ces 6 salles de distribution sont reliées aux deux salles principales qui constituent le cœur du réseau. Les postes clients sont reliés aux salles de niveau accès, tandis que les principaux serveurs institutionnels situés dans la salle d'opération sont reliés à une salle de niveau distribution particulière pour leur garantir une meilleure accessibilité de tout point sur le réseau. Les serveurs situés dans des laboratoires de recherche disséminés sur le campus sont reliés à la plus proche salle de niveau accès.

Le nouveau réseau sera beaucoup plus fiable grâce à une architecture basée sur la redondance. Chaque groupe de 6 commutateurs de 48 ports est relié par des liens de fibres optiques à deux salles de distribution différentes. Il est configuré pour répartir la charge également entre les deux équipements de distribution, de façon dynamique. Le réseau dorsal sera aussi bouclé à l'occasion de ce projet, exception faite de quelques pavillons excentriques. Le degré de redondance visé fait en sorte que l'impact d'une panne d'équipement ou d'un bris de fibres se limitera à un maximum de 48 connexions desservis par le commutateur de base de l'architecture. La durée des pannes devrait aussi diminuer sensiblement, par l'utilisation de composantes interchangeableables et de gabarits de configuration du logiciel. Les pannes majeures qui avaient pour effet d'isoler plusieurs pavillons du réseau campus et de couper tout lien avec l'Internet seront choses du passé.

La reconstruction du réseau campus nous amène à réviser les politiques de service et l'architecture correspondante de ces services. Le principal changement prévu concerne la politique de sécurité. Les Universités, dont la nôtre, sont de plus en plus l'objet d'attaques de toutes sortes qui affectent la fiabilité du réseau et le bon déroulement des activités universitaires. Une des causes de cet état de fait est la très grande ouverture de nos réseaux sur l'Internet. Un projet de cette envergure est l'occasion de procéder à une révision majeure de la politique de sécurité, qui ne peut être mise en œuvre sans des investissements importants en équipements spécialisés. L'architecture de la sécurité prévoit l'établissement de trois classes de services différentes, soit la classe Internet pour les services à caractère public, la classe Intranet pour les services réservés aux personnes autorisées et la classe privée pour les services qui ne seront accessibles que d'une zone sécurisée du réseau campus. Chaque équipement pourra être rattaché à l'une de ces classes selon la fonction de l'équipement. Au terme de ce processus, nous prévoyons que la grande majorité des équipements se trouveront dans un réseau de classe privée, inaccessibles de l'extérieur.

### **Information et systèmes d'information**

Un aspect important d'un tel projet, qui n'est pas toujours reconnu comme tel, concerne les systèmes d'informations requis pour gérer un projet de cette envergure et le réseau résultant. Le projet était encore à l'occasion de renouveler nos systèmes d'information et d'opération du réseau, qu'il s'agisse du système de gestion du câblage, de gestion de la configuration des équipements ou de la surveillance du fonctionnement et de la sécurité du réseau. L'ampleur des travaux à faire à ce chapitre dépasse nos premières estimations. L'introduction du câblage universel à grande échelle, par exemple, nous oblige à revoir complètement la nomenclature de toutes les composantes du plan de câblage. Nos modèles de données doivent aussi être revus. Ces différences de modèle et de nomenclature doivent être gérées pendant la durée du projet alors que nous sommes en transition entre deux réseaux. L'augmentation visée du nombre de prises et du nombre de raccordements a aussi nécessité la mise en place d'un système d'information ad hoc pour recueillir les demandes, les valider, les analyser et produire les devis fonctionnels de câblage. L'inventaire du réseau actuel a été contrôlé par la visite des quelques 17 000 locaux de l'Université pour y faire le relevé de toutes les prises existantes. La qualité de l'information est essentielle à la réussite du projet.

### **Organisation du projet**

L'Université ne dispose pas du personnel requis pour réaliser et gérer un chantier de travaux cette envergure, qui nécessite l'intervention de plusieurs sous-traitants. Nous avons décidé de confier la maîtrise d'œuvre des travaux à une firme privée, choisie à la suite d'un appel de propositions public, à l'hiver 2001. La firme retenue est Bell Canada, qui est aussi le plus important télécommunicateur au pays. La DGTIC conserve cependant la Direction du projet, incluant la responsabilité budgétaire, ainsi que la responsabilité de l'architecture du réseau.

Un Comité de coordination composé de représentants de Bell, de la DGTIC et de la Direction des immeubles de l'Université voit à l'avancement du projet et à régler toutes questions en suspens. Ce comité se réunit sur une base hebdomadaire et ses décisions sont consignées ainsi que les autres documents et plans requis pour le projet dans l'Intranet accessible à tous les membres de l'équipe de projet, qu'ils soient employés de l'Université ou du maître d'œuvre.

### 3. L'extension du réseau campus

Les universités ont des interactions de plus en plus nombreuses entre elles ainsi qu'avec des organismes extérieurs au monde de l'enseignement supérieur. Les relations avec le monde de la santé, les centres de recherche multi-universitaires et université-industrie, en sont quelques exemples. Ces situations nécessitent en quelque sorte de prolonger le réseau campus, par des réseaux de même calibre, pour assurer la circulation efficace de l'information. Elles soulèvent également des questions de gestion de la sécurité, dans le respect des compétences et prérogatives de chacun des partenaires.

#### *Aux établissements hospitaliers*

L'Université de Montréal est particulièrement impliquée dans le secteur de la santé, avec plusieurs Facultés et Écoles qui assurent la formation de près de la moitié des professionnels de la santé au Québec. Cela se traduit par un réseau de 12 établissements hospitaliers affiliés où se trouvent des infrastructures d'enseignement et surtout, de nombreux centres de recherche. Plusieurs de ces centres étaient reliés par des liens téléphoniques de type RNIS et faisaient partie intégrante du réseau de l'Université au début des années 90. Le projet actuel d'établissement d'un réseau à haute vitesse comporte un volet important pour rehausser les sous-réseaux de ces centres, de même que la capacité de leur lien avec le réseau de l'Université, pour les amener au même niveau que le réseau campus. L'architecture envisagée au moment de la planification du projet comportait des liens directs avec le réseau campus.

Entre-temps, le ministère de la santé et des services sociaux (MSSS) créait, par voie de législation, un organisme pour doter les 1 500 établissements de santé d'un réseau de télécommunication, le RTSS, et lui confiait le mandat de gérer la sécurité des accès au réseau. L'informatisation progressive du dossier médical entraîne maintenant l'obligation d'en garantir la confidentialité pour les accès effectués par l'entremise du réseau. Le raccordement de centres de recherche au réseau de l'Université ainsi qu'à celui de leur établissement hospitalier nécessite une bonne coordination pour gérer la question de la sécurité. Des discussions sont en cours présentement pour établir les principes et les modalités d'interconnexion de nos réseaux respectifs. Le fait que les universités sont des corporations autonomes relevant du Ministère de l'éducation, que les établissements hospitaliers relèvent du Ministère de la santé, et que des activités de formation et de recherche encadrées par les Universités ont lieu dans les établissements hospitaliers, rend la recherche d'une solution plus complexe et plus ardue.

#### *À l'Internet académique*

Les organismes subventionnaires de la recherche au Canada et au Québec favorisent l'établissement de centres d'excellence multi-universités. Le Réseau québécois de calcul haute performance (RQCHP) en est un exemple. Le Centre de coordination du RQCHP et les principaux supercalculateurs sont installés à l'Université de Montréal. Le RQCHP compte aussi un supercalculateur installé à l'Université de Sherbrooke. Ces infrastructures de recherche sont cependant accessibles aux chercheurs de l'ensemble des universités membres du RQCHP, ce qui nécessite l'usage d'un réseau à large bande pour la transmission des données et des résultats. Au niveau canadien, les centres d'excellence de l'ouest du pays, à la University of British Columbia par exemple, doivent être accessibles par un réseau à haute vitesse aux universités de l'est du pays, certaines étant situées à quelques 6 000 km de distance et inversement. L'utilisation de liens à haute vitesse loués des télécommunicateurs privés canadiens serait prohibitif, considérant la géographie et la démographie du pays.

#### *Le RISQ*

Au Québec, les premiers tronçons d'un réseau inter-universitaire ont été mis en place dans les années 80, par des ententes de gré à gré entre les directions de l'informatique des Universités. L'appellation RISQ, pour Réseau d'information scientifique québécois, remonte à cette période ([www.risq.qc.ca](http://www.risq.qc.ca)). Ces premiers tronçons étaient constitués de liens à basse vitesse (RNIS) loués aux télécommunicateurs privés. Devant la perspective des tarifs élevés pratiqués par les télécommunicateurs, et les besoins de bande passante quasi illimités de la recherche, les universités ont choisi la voie de l'établissement d'un réseau privé de fibre noire pour pouvoir disposer de liens à haute vitesse à un coût abordable. La déréglementation de l'industrie canadienne des télécommunications permettait ce choix. L'opération du réseau est effectuée par l'une des universités participantes, tandis que la gestion de la sécurité relève de chacune des institutions participantes. Une politique de partage des frais au prorata des universités participantes, sans égard au taux d'utilisation et à la distance, a été instaurée, ce qui a permis d'étendre le réseau en province.

La croissance du réseau, les investissements majeurs requis pour son extension, la complexité de plus en plus grande des opérations, ont amené les universités à constituer le RISQ en corporation autonome, sans but lucratif. Ce cadre juridique a aussi facilité l'obtention d'une importante subvention du Ministère de l'éducation pour le développement du réseau et son extension aux Collèges d'enseignement général et professionnel (CÉGÉP). Aujourd'hui, le RISQ compte 10 universités membres ainsi que la plupart des CÉGÉP répartis sur la majeure partie du territoire québécois. Les institutions membres sont reliées au réseau par des liens de fibre optique à haute vitesse fonctionnant avec la technologie ATM, liens qui sont systématiquement rehaussés à la technologie Gigabit Ethernet. L'Université de Montréal est ainsi reliée au RISQ par un lien Ethernet à 1 Gbps. Le conseil d'administration du RISQ est maintenant composé des représentants des universités, de deux représentants du Gouvernement du Québec et d'un représentant de la Fédération des CÉGÉP. Il est question ces jours-ci de la possibilité d'étendre le RISQ aux réseaux qui se constituent actuellement dans les Commissions scolaires, pour rejoindre les niveaux élémentaires et secondaires.

### **Le réseau CA\*net**

Au niveau canadien, le Ministère de l'industrie créait en 1993 l'organisme Canarie inc. ([www.canarie.ca](http://www.canarie.ca)), avec pour mission le développement d'une infrastructure de télécommunication pour favoriser l'accès du Canada à une économie basée sur l'information. La version actuelle du réseau résultant, CA\*net 3, s'étend de Vancouver à Halifax en passant par les Îles de Terre-Neuve et du Prince-Édouard. Plus de 80 universités, 30 instituts de recherche et 10 entreprises en sont membres. Les écoles primaires et secondaires ainsi que les bibliothèques de la plupart des provinces ont annoncé leur intention de s'y raccorder. CA\*net 3 est basé sur l'emploi de standards ouverts et offre des interconnexions Ethernet à 1 Gbps. Le réseau CA\*net est interconnecté à quelques 42 réseaux internationaux, dont Renater. Le RISQ, ainsi que d'autres réseaux provinciaux, est interconnecté au réseau CA\*net 3. Le RISQ bénéficie aussi de programmes de subventions gérés par Canarie pour le développement d'applications de pointe, tel la vidéoconférence IP en mode MPEG-2 pour l'enseignement à distance et l'implantation de protocoles et technologies de transport de pointe (MPLS, DWDM).

### **À l'Internet commercial**

Ces infrastructures de télécommunication, aussi sophistiquées soient-elles, ne sont pas suffisantes pour répondre aux besoins des universités en matière de liens avec l'industrie et d'ouverture sur la société. L'accès à ce qu'il est convenu d'appeler l'Internet commercial, complémente ces infrastructures académiques de base. Cet accès est assuré dans le modèle québécois par le RISQ, qui gère les passerelles requises avec des fournisseurs d'accès à l'Internet. Cette approche comporte plusieurs avantages. D'abord en termes de négociation, le coût unitaire obtenu, calculé par Mbps, est inférieur à celui que chacun des membres aurait pu obtenir séparément. La capacité totale requise pour une passerelle partagée entre les 10 universités membres est inférieure à la somme de la capacité des passerelles individuelles qui auraient été autrement requises. C'est la source principale d'économie, laquelle résulte de l'application de la théorie des files d'attente. Il y a aussi des gains intéressants sur le plan de la qualité de service en termes de gestion et de redondance puisque nous disposons dans les faits d'au moins deux passerelles avec deux fournisseurs différents.

Jusqu'à récemment, le partage des coûts était fait au prorata des institutions participantes, indépendamment du volume du trafic avec l'Internet commercial. Depuis deux ans, nous assistons à une véritable explosion de la demande d'accès à des sites commerciaux. Plusieurs universités gèrent des résidences étudiantes qu'elles ont raccordé à leur réseau, tandis que d'autres n'en ont pas. Face à l'augmentation des coûts, diverses mesures de contingentement ont été mises en place et une nouvelle formule tarifaire, basée sur le trafic réel avec chaque institution membre a été instaurée. Les économies d'échelles mentionnées précédemment continuent cependant à s'appliquer au bénéfice des institutions membres.

## **4. Autres développements**

Au moment même où l'Université investit des millions dans un nouveau réseau câblé, les technologies de communication sans fil, basées sur les normes de la série 802.11, suscitent beaucoup d'intérêt. On parle maintenant de l'informatique mobile, comme d'un nouveau créneau de marché appelé à une croissance importante. Les avantages de la mobilité que ces technologies confèrent ne sont pas encore très bien compris, dans un contexte d'enseignement et de recherche, tandis que les limitations sont plus immédiates. Ainsi, la capacité d'un raccordement câblé installé aujourd'hui est de 100 Mbps dédié par prise, tandis que la capacité d'un raccordement sans fil selon la norme 802.11 b est de 10 Mbps partagée entre quelques dizaines d'utilisateurs, ce qui correspond grossomodo au niveau de service qui était offert typiquement dans nos universités en 1990. Les problèmes de gestion de la sécurité que posent ces nouvelles technologies ont été aussi largement médiatisés. C'est pourquoi nous procédons actuellement à l'essai de ces technologies dans le cadre de projets pilotes. Le sans fil ne remplacera pas les réseaux câblés de nos universités, mais il peut sans doute les compléter pour divers besoins qu'il nous faut mieux apprécier pour en mesurer la portée.

L'autre technologie émergente est celle de la téléphonie basée sur le protocole IP. Les avis sont actuellement partagés, selon que l'on parle aux fournisseurs de solutions de téléphonie IP ou à la compagnie du téléphone. La convergence des technologies de transmission de données, de la voix et de l'image, basée sur le protocole TCP/IP, semble toutefois assez claire à terme. Il y a des problèmes de qualité de service à régler et beaucoup de mise au point à faire pour que cette technologie atteigne le degré de maturité que nous connaissons de la téléphonie actuelle. Il reste aussi à établir sur quelles bases on peut justifier la migration de nos infrastructures téléphoniques actuelles à cette nouvelle technologie, considérant les investissements requis. Dans ce cas aussi, nous procédons à des essais, avec notre observatoire astronomique situé au Mont Mégantic, soit à une distance d'environ 250 km et qui est raccordée au RISQ par un lien en fibre optique.

Nos efforts en développement des télécommunications portent actuellement sur la reconstruction du réseau campus et la mise au point d'un modèle d'interconnexion de nos établissements hospitaliers affiliés. Ces projets sont très accaparants et nos ressources tant humaines que financières y sont engagées jusqu'à la prochaine rentrée académique en septembre 2002. L'investissement dans le nouveau réseau campus et ses interconnexions, tant sur le plan du câblage, de l'équipement, des systèmes d'information, que de la révision des politiques de service, place l'Université dans une position avantageuse pour aborder la planification et le déploiement de ces technologies émergentes.

