

L'invention en milieu universitaire : les recherches sur la télévision à Polytechnique dans les années 1930

Robert Gagnon et Jean-François Auger

Volume 19, numéro 48, 1995

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/800394ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/800394ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

CSTHA/AHSTC

ISSN

0829-2507 (imprimé)

1918-7750 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Résumé de l'article

Au début des années 1930, des recherches sur la télévision furent entreprises à l'École Polytechnique de Montréal. Deux diplômés réussirent à améliorer la qualité de la résolution de l'image grâce à un nouveau procédé de balayage. Cet article situe tout d'abord cette invention dans le développement des recherches sur la télévision et analyse ensuite les conséquences qu'a pu avoir la pratique de l'invention dans un milieu universitaire comme celui de Polytechnique.

Citer cet article

Gagnon, R. & Auger, J.-F. (1995). L'invention en milieu universitaire : les recherches sur la télévision à Polytechnique dans les années 1930. *Scientia Canadensis*, 19, 51–75. <https://doi.org/10.7202/800394ar>

L'invention en milieu universitaire: les recherches sur la télévision à Polytechnique dans les années 1930

ROBERT GAGNON ET JEAN-FRANÇOIS AUGER

RÉSUMÉ

Au début des années 1930, des recherches sur la télévision furent entreprises à l'École Polytechnique de Montréal. Deux diplômés réussirent à améliorer la qualité de la résolution de l'image grâce à un nouveau procédé de balayage. Cet article situe tout d'abord cette invention dans le développement des recherches sur la télévision et analyse ensuite les conséquences qu'a pu avoir la pratique de l'invention dans un milieu universitaire comme celui de Polytechnique.

ABSTRACT

In the early 1930s, research in television began at École Polytechnique de Montréal. Two graduates improved the quality of pictures with a new scanning device. This paper situates this invention in the history of television and analyses the practice of invention in a university context.

Délaissée par les historiens, l'histoire de la technologie avait surtout intéressé les sociologues, les économistes, les ingénieurs et les techniciens. Or, depuis trois décennies, ce champ de recherche a connu des développements importants qui en ont fait une partie intégrante de la discipline historique. De nouvelles problématiques sont apparues et ont permis de mieux saisir les relations étroites et complexes entre la technologie et la société. Les débats récurrents entre les tenants du déterminisme technologique et les partisans de l'approche contextuelle témoignent peut-être le mieux des bouleversements qui traversent la discipline¹. Au Québec, l'histoire des techniques commence à peine à mobiliser quelques chercheurs. Le développement de l'industrie hydroélectrique et celui de l'industrie des pâtes et papiers ont, par exemple, fait l'objet d'études², mais le domaine de l'invention a été largement ignoré des historiens.

Cet article a pour objet l'invention en milieu universitaire et, plus précisément, les recherches sur la télévision à Polytechnique dans les années 1930. Deux jeunes ingénieurs québécois ont conduit des expériences sur des appareils de télévision dans un laboratoire de Polytechnique et l'un d'entre eux a inventé un

procédé nouveau. Les travaux de Thomas Hughes³ sur les inventeurs indépendants et ceux de Constant et Dosi⁴ sur l'évolution technique, nous fournissent certains paramètres fort utiles pour contextualiser à la fois l'inventeur, Jean-Charles Bernier, et son invention, un système coordonné de balayage. Cet article analyse également les conséquences qu'a pu avoir la pratique de l'invention dans un milieu universitaire comme celui de Polytechnique.

I. JEAN-CHARLES BERNIER, INVENTEUR INDÉPENDANT

Jean-Charles Bernier est né en 1905. Diplômé de l'École Polytechnique de Montréal en 1929, il est l'un des premiers étudiants canadiens-français à obtenir une bourse d'études du Conseil national de recherches du Canada (CNR). En 1931, il s'associe avec un professeur de Polytechnique, J.-A. Villeneuve, et un confrère d'études, Fernand Leblanc, pour fonder la société Villeneuve-Bernier-Leblanc, ingénieurs-conseils, qui opérera jusqu'en 1937. En 1934, il est engagé comme assistant du professeur André Wendling à Polytechnique, avant de faire partie du corps professoral, à compter de 1937. Il prend sa retraite au début des années 1970 et est nommé professeur émérite.

Tout au long de sa carrière, Bernier s'est intéressé au domaine de l'invention. Fasciné par la technologie dès son adolescence, il est resté toute sa vie un inventeur dans l'âme. Pendant quatre décennies, il a inventé ou amélioré une quantité impressionnante d'appareils, allant d'un séchoir à bois à haute fréquence à des instruments scientifiques pour l'analyse spectrographique, tels le Polyxet et le Polycarc, en passant par un procédé d'impression en couleurs, le Berfax. Sa méthode de travail et l'intérêt qu'il porte aux domaines de l'électromécanique et de l'électronique le rapprochent des inventeurs indépendants qui ont joué un rôle majeur dans la rapide industrialisation américaine entre 1875 et 1920⁵.

L'une des caractéristiques majeures de l'inventeur indépendant est sa grande autonomie. Libéré des contraintes bureaucratiques ou organisationnelles, il choisit lui-même les problèmes auxquels il veut s'attaquer. C'est effectivement le cas de Bernier qui, passionné par les télécommunications, s'est lancé dans l'aventure de la télévision. Par ailleurs, l'inventeur indépendant n'est pas nécessairement un individu qui travaille seul. Souvent entouré d'assistants et de mécaniciens, il n'hésite pas à utiliser la méthode empirique quand la science et la méthode scientifique ne semblent pas fonctionner. Son lieu de travail demeure son laboratoire qu'il a souvent monté

lui-même et où il peut fabriquer instruments et appareils nécessaires au travail d'expérimentation. Encore là, Bernier correspond assez bien à ce type d'inventeur, puisqu'il a mis sur pied son propre laboratoire d'électronique à Polytechnique dans les années 1930, laboratoire dans lequel il a mené des expériences sur la télévision.

Selon Hughes, on peut cerner deux types d'inventeurs indépendants: le professionnel et le non professionnel. Le premier passe sa carrière à inventer divers appareils en comptant sur les revenus que lui apportent les nombreux brevets qu'il obtient. Le deuxième se concentre sur une seule invention et gagne sa vie, grâce à un emploi stable dans un domaine bien souvent étranger à celui de l'invention. Thomas Edison est l'archétype du professionnel, tandis qu'Alexandre Graham Bell représente assez bien, selon Hughes, le non professionnel⁶. Nous pensons que Jean-Charles Bernier se situe dans une catégorie intermédiaire. Il possède, en effet, des caractéristiques de ces deux types d'inventeur. Comme l'inventeur professionnel, Bernier ne s'est pas concentré sur une seule invention. Contrairement à ce type d'inventeur, il a occupé un emploi régulier à Polytechnique pendant la majeure partie de sa carrière et n'a donc jamais éprouvé la nécessité de subvenir à ses besoins grâce aux revenus de ses brevets. En fait, Bernier fut un piètre inventeur entrepreneur. C'est pourtant là une des caractéristiques majeures de l'inventeur indépendant, caractéristique qui en a fait une figure marquante de l'histoire américaine. À l'époque où il entreprend ses recherches sur la télévision, Bernier met sur pied une compagnie pour commercialiser certains procédés⁷. Or, il se désintéressera rapidement de cette activité cruciale dans le processus qui mène de l'invention à l'innovation. Cette particularité de Bernier explique dans une large mesure pourquoi ses inventions n'ont jamais été commercialisées.

Au début de ses études classiques au collège Saint-Laurent, Bernier se découvre une passion pour la radio. Nous sommes alors à la fin de la Grande Guerre. À partir de ses locaux de la rue William, à Montréal, la Marconi Wireless Telegraph Company diffuse, sur une base expérimentale, les premières émissions commerciales radio-phoniques. Seul un petit nombre d'amateurs peuvent capter les émissions de la station XWA, qui deviendra, en 1919, CFCF⁸. À seize ans, Bernier construit son premier poste émetteur-récepteur avec lequel il peut communiquer jusqu'en Australie. Il obtient, peu après, son brevet de sans-filiste de première classe. À la fin de ses études classiques, en 1924, sa passion pour la TSF (télégraphie sans fil) lui permet d'amasser une petite fortune comme opérateur-radio

sur un navire de contrebande. Il investit son argent dans une compagnie de couvre-planchers qui le met à l'abri du besoin⁹. Il décide alors de s'inscrire à Polytechnique à l'âge de 19 ans. À l'été 1925, il travaille chez Marconi, puis, l'été suivant, comme opérateur-radio pour le ministère des Transports du Canada. En 1929, il reçoit son diplôme d'ingénieur et se joint à l'équipe de génie de la division des signaux routiers municipaux de la Northern Electric. Bernier n'y restera pas longtemps. Il vient en effet de recevoir une bourse du CNR.

Son intérêt pour la radio et les communications ne s'est pas éteint et Bernier se sent prêt à participer au développement de ce domaine alors en pleine expansion. À Polytechnique, il partage son intérêt avec deux personnes: Augustin Frigon et J.-Arthur Villeneuve. Le premier est directeur de Polytechnique de 1923 à 1935. En 1910, après avoir terminé ses études à Polytechnique, il est allé se spécialiser au MIT (Massachusetts Institute of Technology) en électricité. L'année suivante, il se joint au corps professoral de Polytechnique. Spécialiste en électrotechnique, il fait son doctorat à l'École supérieure d'électricité de Paris entre 1920 et 1923. À son retour, il est nommé directeur de Polytechnique. En 1928, le gouvernement fédéral le nomme à la Commission royale de la radiodiffusion (Commission Aird). Seul ingénieur parmi les membres de la Commission, il est en grande partie responsable des études techniques qui aboutissent à un rapport favorable à la création d'un réseau d'État de diffusion¹⁰.

Arthur Villeneuve, quant à lui, est un sans-filiste amateur depuis les années 1910. Nommé professeur à Polytechnique en 1917, il profite du programme des bourses d'études institué par le gouvernement provincial pour étudier au MIT. Sous la direction du professeur Vannevar Bush, il rédige une thèse sur la puissance de synchronisation des machines synchrones¹¹, une étude qui n'est pas sans lien avec les recherches sur la télédiffusion par procédé mécanique. Revenu à Montréal en 1928, Villeneuve n'a pas le temps de continuer ses recherches entreprises au MIT. Dans les années 1930, il s'intéressera partiellement au domaine de l'invention.

Après avoir reçu son diplôme d'ingénieur, Bernier espère obtenir une maîtrise à Polytechnique, bien que l'institution n'ait pas encore inauguré un programme d'études supérieures. Grâce aux recommandations du directeur Frigon, il obtient une bourse d'études du CNR. Il poursuit les travaux de Villeneuve sur les machines synchrones. Dans une lettre au président du CNR, le directeur de

Polytechnique donne une juste idée des talents de Bernier comme technicien. Il écrit:

He is now working on synchronous machinery, but up to the present time he has specialized in wireless telegraphy and telephony. He has worked as operator with the Marconi Company for a number of years. I do not think that he has much of the "mathematical mind" but he certainly has a well balanced "mechanical mind"¹².

Son directeur de recherche, Villeneuve, mentionne quant à lui que Bernier "has not neglected the theoretical part of his work", cependant "he has shown much skill in the designing of the mechanical features"¹³. Ces commentaires montrent que les qualités de Bernier s'apparentent beaucoup plus à celles qui définissent l'inventeur qu'à celles qui identifient le chercheur universitaire. Il est illusoire de croire, par ailleurs, que Polytechnique peut former un chercheur au début des années 1930. Comme nous le verrons plus loin, elle n'a pas encore institutionnalisé la recherche et les études supérieures n'existent tout simplement pas. En fait, le diplôme de maîtrise ne lui sera reconnu qu'au milieu des années 1940, pour un travail qu'il a réalisé entre 1930 et 1933. Après avoir passé un an sur les machines synchrones, une deuxième bourse lui est attribuée pour une étude théorique et expérimentale sur la saturation électronique et son application aux filtres thermoioniques. Bernier a tôt fait de faire dévier cette étude "subventionnée", entreprise durant l'année scolaire 1930-1931, vers un sujet qui satisfait sa passion pour l'électromécanique et qui s'accorde mieux avec ses qualités "d'expérimentateur". Après avoir publié, dans la *Revue trimestrielle canadienne*, un rapport faisant état de ses résultats en décembre 1930¹⁴, à peine six mois après l'obtention de sa bourse, Bernier se lance dans l'aventure de la télévision au moment même où le journal *La Presse* projette de transformer une de ses antennes de radio en antenne de télévision, afin de diffuser des images comme le fait la Western Television de Chicago, qui a recourt à des dispositifs mécaniques de télévision¹⁵. Son attitude ne manque pas de faire réagir les responsables du programme de bourses du CNR. En effet, au lieu de soumettre un rapport sur son étude en saturation électronique, il remet plutôt un rapport dans lequel il fait état d'une série d'expériences sur différentes méthodes mécaniques de balayage d'images pour la télévision. Le secrétaire-trésorier de l'agence gouvernementale informe alors Frigon du comportement de Bernier. Les règlements du CNR sont assez clairs: "the substitution of a report on a subsequent investigation in lieu

of work actually carried out under a scholarship should not be permitted¹⁶”.

Les règles de la recherche subventionnée se butent aux pratiques du jeune Bernier qui, mal à l'aise avec les contraintes du CNR, ne présentera plus de demandes d'aide à la recherche de cette importante instance subventionnaire. Il communique son intérêt pour la télévision à son camarade Fernand Leblanc qui est de la même promotion que lui. Assistant du professeur Villeneuve, Leblanc sera nommé professeur deux ans plus tard. Le tandem travaille sans les contraintes d'un directeur de recherche ou d'un organisme d'aide à la recherche. Ils déboursent eux-mêmes l'argent pour l'acquisition du matériel et des pièces nécessaires à leurs travaux. La carrière d'inventeur de Bernier est lancée.

II. LES RECHERCHES SUR LA TÉLÉVISION ENTRE 1880 ET 1940

Pour bien comprendre la position de Bernier dans le champ des recherches sur la télévision, il faut rappeler d'abord l'évolution des travaux relatifs à ce problème pendant la première moitié du XX^e siècle. C'est en effet dans le milieu des années 1920 que la réalisation concrète de la télévision survient, tandis que la télédiffusion commerciale moderne débute vers la fin des années 1930 pour prendre son véritable essor après la Seconde Guerre. Ces recherches mobilisent des inventeurs indépendants, des chercheurs d'instituts techniques universitaires ou des chercheurs affiliés à des laboratoires de grandes firmes d'électronique et de communication. Avec le temps, les recherches s'internationalisent, le nombre de brevets augmente et le financement dépend de plus en plus d'entreprises commerciales.

La transition entre un paradigme technologique — ou paradigme de recherche — fondé sur le balayage mécanique de l'image à un autre fondé sur le balayage électronique est un trait marquant de l'histoire de la télévision au cours de cette période. Rappelons qu'un paradigme technologique correspond à un cadre de référence, à une structure cognitive de représentation de la technique, à “une vision des choses” qui conditionne les stratégies de recherche¹⁷. Suivant Dosi, nous pouvons identifier de tels paradigmes à partir des projets proposés, des matériaux techniques utilisés, des effets techniques exploités et des motivations économiques justifiées dans les travaux des chercheurs¹⁸. La révolution dans les recherches sur la télévision survient lorsque ces derniers délaissent le

paradigme "mécanique" pour le paradigme "électronique"¹⁹. En dehors de ces périodes révolutionnaires, les recherches évoluent suivant des trajectoires techniques qui orientent les chercheurs dans des directions déterminées par le paradigme dans lequel ils se situent. Leur méconnaissance relative, voire leur ignorance totale, des connaissances et techniques extérieures au paradigme limite leur capacité de s'en libérer²⁰.

C'est dans les deux dernières décennies du XIX^e siècle qu'est fondé le paradigme "mécanique" de l'invention de la télévision²¹. Celui-ci se fonde sur diverses formes mécaniques de balayage de l'image, lesquelles exploitent les *propriétés optiques de la lumière*, afin de la capter et de la synthétiser sur une cellule photoélectrique composée de sélénium²². Avec le jeu de miroirs horizontaux et verticaux proposé par le Français Maurice LeBlanc²³, et le processus de balayage inventé par l'Allemand Paul Nipkow, ce paradigme trouve ses deux principales trajectoires²⁴. Le dispositif de Nipkow consiste à décomposer une image par la succession de petites ouvertures inscrites en spirales, de l'extérieur vers le centre, sur un disque en rotation. Chacune des ouvertures balaye une strie horizontale d'une hauteur différente pour faire varier l'intensité lumineuse sur une cellule photoélectrique.

Cependant, il reste à démontrer la réalisation concrète de la télévision. Durant l'entre-deux-guerres, le paradigme "mécanique" donne des résultats concrets par le biais des efforts d'inventeurs indépendants²⁵. Tout d'abord, aux États-Unis, Charles Francis Jenkins réalise la transmission d'une photographie en 1922. Il l'a décomposée par un processus particulier de balayage qui transmet des informations par le biais du fil télégraphique. À la suite de cette invention, il réussit à faire la première télédiffusion expérimentale dans son laboratoire en 1923. Deux ans plus tard, il fait une démonstration publique très médiatisée dans laquelle il utilise une technique de son invention, le disque à prisme. Parallèlement, John Logie Baird, à Londres, expérimente sur la télévision dans son laboratoire depuis 1923. Il a réalisé une transmission dès 1924, et parvient, l'année suivante, à faire une démonstration devant le public anglais²⁶. Ces deux dispositifs de télévision rendent des images dites "silhouettes", puisqu'il ne s'agit que de contrastes entre des tons de noir et des tons lumineux; ils produisent, en quelque sorte, des ombres chinoises. Malgré la pauvreté de l'image, ces deux inventeurs indépendants se lancent dans la commercialisation de leur appareil sur une base expérimentale.

L'Américain et l'Anglais ne sont pas seuls dans la course. Après la Grande Guerre, des géants industriels, tels Westinghouse, RCA et General Electric, font l'achat des brevets de Fessenden et d'Armstrong dans le domaine de la radiophonie²⁷. En recrutant Vladimir Zworykin, assistant de Boris Rosing, Westinghouse, qui connaît des succès dans la radiodiffusion, se joint au conglomerat américain d'industries impliquées dans des recherches sur la télévision.

En 1925, les ingénieurs de Bell Laboratories travaillent sur le développement d'une cellule photoélectrique et mettent au point la technique du faisceau balayeur (*flying spot*) améliorant ainsi la qualité de l'image transmise²⁸. Cette technique utilise le disque de Nipkow pour balayer les images et pour les projeter lors de la réception, mais inverse l'emplacement de la cellule photoélectrique et de la source lumineuse. Leur dispositif de télévision parvient à rendre les tons de gris. Ils recourent à cette technique entre 1927 et 1930 dans le développement d'un système de visiophone. Malheureusement ce système ne débouche pas sur la commercialisation. Pendant ce temps, les ingénieurs de GE, sous la direction de F.W. Alexanderson, n'ont pas l'intention de rester derrière leurs rivaux et mettent au point, la même année, un procédé télévisuel fonctionnant à partir de jeux de miroirs qui réfléchissent la lumière sur une cellule photoélectrique. Avec les réalisations concrètes de la télévision sous le paradigme "mécanique", l'industrie télévisuelle naissante connaît une forte expansion de 1928 à 1933²⁹ qui laisse dans l'ombre les travaux de recherches du paradigme "électronique".

Au début du XX^e siècle, l'emploi du tube cathodique à la réception de l'image va permettre d'intégrer de nouvelles connaissances propres à susciter l'émergence du paradigme "électronique"³⁰. En effet, en 1907, Boris Rosing de l'Institut de technologie de Saint-Petersbourg, utilise le tube à rayons cathodiques³¹, popularisé par les expériences scientifiques de Ferdinand Von Braun, qui permet de projeter l'image reçue sous forme de signal électrique variable plutôt que de recourir à des moyens mécaniques. Cependant, en ce qui concerne l'émission, il recourt à un jeu de miroirs à tambours pour le balayage. Cette trajectoire de recherche sera reprise par plusieurs chercheurs. Cette technologie conduit Campbell Swinton à proposer, en 1912, un système complet de télévision électronique fondé sur cette technique, qui exploite les *propriétés magnétiques des électrons*³². Il laisse croire qu'un tel paradigme de recherche viendra à supplanter le paradigme "mécanique". En effet, les travaux des chercheurs de ce paradigme viendront progressivement à la conclu-

sion que la vitesse de balayage par des électrons permet d'obtenir une définition, une précision et une résolution de l'image télévisuelle bien supérieure. Des difficultés pratiques empêchent toutefois la réalisation de son système qui restera au stade de l'idée et qui, faute de réalisations concrètes, n'intéressera pas les chercheurs avant une décennie.

Dans les années 1920, Zworykin, ingénieur chez Westinghouse, perfectionne une cellule photoélectrique et travaille sur un système de télévision électronique équipé d'un tube cathodique. En 1923, il dépose un brevet sur une invention, l'icône, et en fait la démonstration un an plus tard devant les dirigeants de la compagnie. Le principe de l'icône utilise la technique du canon à électron et de la déflexion électromagnétique du tube à rayons cathodiques. Il applique le principe, proposé par Swinton, de l'accumulation des charges photoélectriques dans de petites cellules métalliques, jusqu'à ce que le canon à électron vienne les balayer pour produire un signal électrique variable. Devant les premiers résultats décevants de cette technique, mais aussi devant les résultats encourageants de ceux qui travaillent dans le cadre du paradigme "mécanique", il choisit de réorienter ses travaux dans cette direction³³. Pourtant, en 1925, les Allemands Max Dieckmann et Rudolf Hell déposent un brevet pour un système de caméra électronique. Il s'agit d'un des premiers dissecteurs d'images électroniques. Le manque de ressources les empêche cependant de réaliser le système breveté comme plusieurs autres d'ailleurs qui déposent des brevets de ce type³⁴.

Toutefois, à partir de 1928, de nouveaux progrès permettront de relancer les recherches du paradigme électronique. Manfred Von Ardenne, quelques mois avant Zworykin, démontra publiquement, en Allemagne, un système de télévision entièrement électronique utilisant des tubes à rayons cathodiques tant à l'émission qu'à la réception. Son système comporte certains éléments similaires à ceux développés par Zworykin antérieurement. Au début des années 1930, le système de télévision électronique apparaît désormais de plus en plus réalisable aux yeux des grandes compagnies qui investissent sérieusement dans la recherche et le développement du système électronique³⁵. En 1931, la compagnie RCA est déterminée à prendre les devants dans le domaine. Déçu par Westinghouse, Zworykin propose ses services à RCA, laquelle n'hésite pas à lui offrir plusieurs centaines de milliers de dollars. Ce dernier peut alors monter un laboratoire au New Jersey et constituer une équipe de spécialistes. Dans ce laboratoire, l'équipe de Zworykin construit

un système complet de télévision utilisant un tube cathodique comme récepteur et son iconoscope perfectionné à l'émission. Ces recherches demeurent cependant secrètes et les résultats ne seront pas divulgués avant 1933. Pour viser la commercialisation de son système, il doit améliorer la sensibilité lumineuse de son tube. Les brevets détenus par Philo T. Farnsworth permettent d'entrevoir une solution technique à ce problème.

Farnsworth est un inventeur autodidacte qui utilise les revenus de ses produits brevetés pour financer ses activités. Dès le milieu des années 1920, il commence à s'intéresser à la télévision. Les premières images électroniques qu'il réussit à transmettre, en 1927, souffrent du problème des fantômes et de la distorsion des images. Il réussira, toutefois, l'année suivante, une première télédiffusion électronique acceptable. Le système technique auquel recourt Farnsworth se compose d'un dissecteur d'image qui constitue l'originalité de son invention. Il ne fonctionne pas suivant le principe de l'accumulation de la charge électrique. Pour palier à la sensibilité du signal électrique, Farnsworth a développé un multiplicateur d'électron. Cette invention a capté l'attention de Zworykin quand ce dernier en a pris connaissance lors d'une démonstration publique en 1930.

En 1934, Zworykin et Farnsworth ont conçu et démontré chacun un système de télévision électronique. La divulgation de leurs résultats oblige peu à peu les inventeurs, chercheurs et compagnies impliqués dans la recherche sur la télévision à abandonner le paradigme "mécanique" pour s'orienter résolument vers la télévision électronique³⁶. Un an plus tard, David Sarnoff, de RCA, annonce un plan d'investissement d'un million de dollars, qui sera largement dépassé, pour perfectionner le système électronique. En effet, dans les années qui suivent, la compétition du paradigme "électronique" supprime le paradigme "mécanique". La plupart des dispositifs mécaniques de cette époque utilisent le standard de définition de 180 lignes, tandis que la télévision électronique dépassera 500 lignes dès 1936. Un défenseur acharné de la télévision mécanique comme Baird retournera sa veste en 1935 en se munissant des droits d'exploitation du système de Farnsworth pour faire concurrence au système de Marconi-EMI sous licence du système de Zworykin. Il ne s'agit plus maintenant de la concurrence entre deux paradigmes puisque la révolution technique a eu lieu, mais de la concurrence entre deux trajectoires techniques du paradigme "électronique", celle de Zworykin et celle de Farnsworth.

III. LES RECHERCHES DE BERNIER SUR LA TÉLÉVISION

Entre 1931 et 1934, Bernier et Leblanc vont conduire une suite d'expérimentations sur la télévision en s'inspirant des appareils et des techniques réalisés dans le cadre du paradigme "mécanique". Ils construiront trois appareils expérimentaux: un appareil à prise directe à partir du disque de Nipkow et deux autres à faisceau balayeur. Bernier modifiera la technique du balayage mécanique lors de la réalisation du second appareil et fera breveter cette modification qui améliore la qualité des images télévisuelles.

Les connaissances de Bernier et de Leblanc et les ressources dont ils disposent les situent dans la trajectoire inventée par Nipkow, le balayage d'image à prise directe, et de sa variante, le faisceau balayeur, développée par les Bell Laboratories. Lorsqu'ils s'engagent dans la construction d'appareils, ils ignorent les nouvelles trajectoires issues du paradigme "électronique". Ils savent cependant que les tubes cathodiques peuvent être utilisés pour la réception du signal télévisé. Ainsi, dans leur premier article sur la télévision, Bernier et Leblanc mentionnent les travaux de Von Ardenne et de Zworykin sur les tubes cathodiques utilisés à la réception. Ils affirment que: "Malgré ces avantages, le procédé est encore peu répandu mais les recherches actuelles dont il est l'objet permettent de croire à des développements prochains³⁷." Ils ne peuvent cependant ni en fabriquer ni s'en procurer.

L'emploi du tube cathodique est relativement bien connu depuis les travaux de Von Braun à la fin du siècle dernier. Son emploi limité fait qu'il ne s'en fabrique pas en dehors des laboratoires de recherche³⁸. Or, Bernier et Leblanc disposent à Polytechnique d'un petit laboratoire de fortune, situé dans un local désaffecté, et ne sont pas en mesure de fabriquer eux-mêmes un tel tube. Par ailleurs, la production et la distribution sur une échelle industrielle de ces tubes surviendront seulement aux alentours de 1936. C'est, en effet, à partir de cette époque que sa production industrielle débuttera afin de répondre à la demande de récepteurs engendrée par les premières télédiffusions publiques régulières en Angleterre³⁹. Ce n'est pas le cas de la cellule photoélectrique, pièce fondamentale pour construire un système mécanique de télévision, qui est disponible sur le marché. Comme il n'y en a pas qui sont fabriquées au Québec, Bernier doit se rendre à New York, à l'été 1931, pour s'en procurer une.

Deux ans plus tard, ils publient les résultats de leurs travaux dans un article qui rend compte de la fabrication d'un premier appareil de télévision à prise directe et d'un autre à faisceau balayeur⁴⁰. Ils

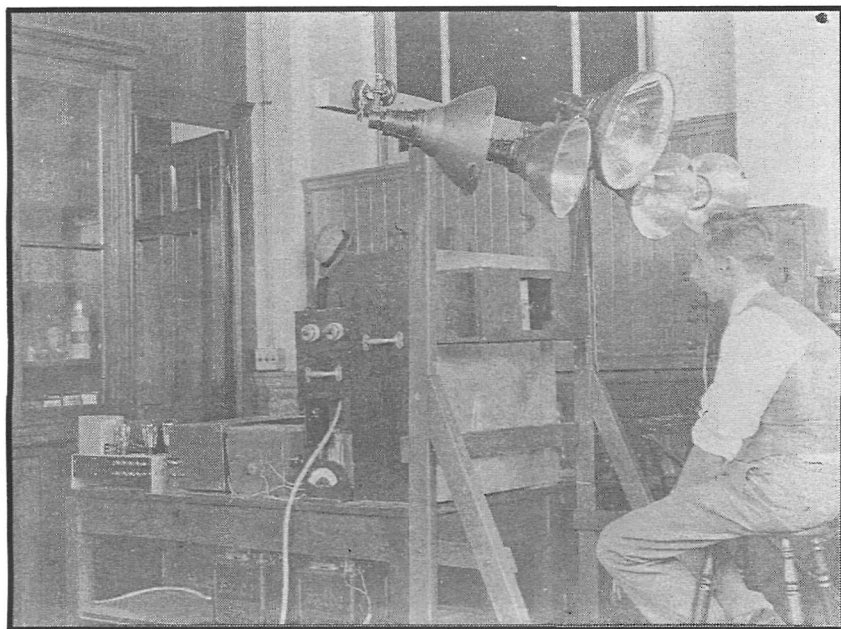
comptent finaliser la conception d'un troisième appareil plus perfectionné avec la technique du faisceau balayeur.

Dans la technique à prise directe, le disque spiralé (le disque de Nipkow) décompose la lumière provenant d'une scène éclairée par des projecteurs (Figure 1). La rotation du disque perforé d'ouvertures disposées en spirale produit le balayage. La succession des ouvertures produit l'effet d'un point se déplaçant de gauche à droite et de haut en bas. Une cellule photoélectrique est exposée aux variations d'intensité lumineuse produites par ce balayage. Les photons de la lumière modifient la charge de l'anode située dans la cellule. Cette charge augmente par rapport à l'anode et, lorsque l'équilibre se rétablit, il se produit un signal électrique. Ce signal varie en fonction de l'intensité de la lumière. Par la suite, il est amplifié et transmis par voie d'ondes radiophoniques, puis il est capté par un poste de réception procédant de la même technique. À la réception, le processus inverse se déroule. Le signal électrique fait varier l'intensité d'une lampe. Celle-ci se situe juste derrière le disque du poste de réception. Le moteur actionnant ce disque tourne en synchronisme avec celui de l'émetteur. Le disque de la réception est semblable à celui de l'émission autant dans sa dimension que dans la séquence de ses perforations. Le résultat final est une image synthétisée qui correspond à une série de bandes horizontales à l'intérieur desquelles des tons de gris reconstituent l'image initiale.

Le fonctionnement technique du faisceau balayeur ressemble à celui à prise directe en ce qui touche les composantes du système, hormis le fait qu'il procède en sens inverse à l'étape du balayage. Plutôt qu'une cellule reçoive la lumière décomposée d'une scène par le disque perforé en rotation, c'est la lumière d'une lampe qui est projetée à travers un disque, laquelle produit un faisceau qui balaye le sujet. Disposé autour de ce sujet, un chapelet de cellules capte les variations d'intensité lumineuse. Ce système pallie les inconvénients de la faible sensibilité des cellules photoélectriques. En effet, dans le procédé à prise directe, il n'y a qu'une seule cellule; tandis que dans celui du faisceau balayeur, il en existe plusieurs (Figure 2). En expérimentant ces procédés, les deux inventeurs constatent cette différence, c'est pourquoi ils poursuivent leurs expériences pour la fabrication d'un troisième appareil.

Sept mois après la première parution de l'article sur la télévision, Bernier et Leblanc en publient un autre. Cette fois, ils discutent des difficultés techniques rencontrées lors de la réalisation du troisième appareil. Ils font aussi état de la contribution de Bernier à l'inven-

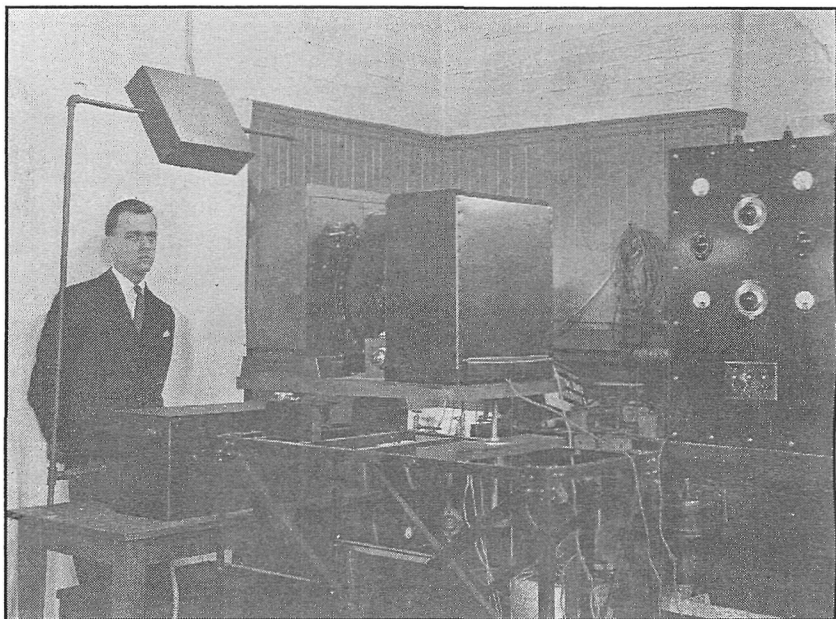
Figure 1
Fernand Leblanc devant un émetteur utilisant
la technique à prise directe



tion d'un nouveau système de balayage⁴¹. Les difficultés tiennent simplement à l'amplification du faible signal provenant des impulsions électriques des cellules. Ce signal est si faible qu'il nécessite onze étages d'amplification et des précautions électroniques pour ne pas causer de bruits dans le signal. Ils discutent aussi de la façon de répartir le signal le plus efficacement possible sur les bandes de fréquence lors de la télédiffusion. En fait, les problèmes soulevés par Bernier et LeBlanc sont relativement secondaires dans le cadre du paradigme "mécanique".

Toutefois, grâce à un procédé imaginé par Bernier, nommé le système coordonné, ils réussissent à augmenter la qualité de la résolution de l'image du procédé mécanique. Le nom de ce système vient des deux faisceaux balayeurs coordonnés en alternance: un horizontalement, puis un verticalement, un autre horizontalement, etc. Ce double balayage a pour fonction directe de multiplier par deux la résolution. En effet, dans tous les systèmes de télévision, la résolution se compte par le nombre de lignes de balayage.

Figure 2
Jean-Charles Bernier devant un émetteur utilisant
la technique du faisceau balayeur (flying spot)



Dans les systèmes mécaniques, ce nombre de lignes équivaut au nombre d'ouvertures pratiquées en spirale sur le disque. Le nombre de ces ouvertures est limité par la contrainte physique du diamètre maximal du disque et des ouvertures. Bernier conserve le nombre standard de lignes à 180 (ou 180 ouvertures dans le disque) dont les autres systèmes disposent. Or, plutôt que de placer une seule lampe derrière la roue pour produire l'effet du faisceau balayeur, il en place deux. Leur disposition à un angle de 90° par rapport au centre du disque permet d'obtenir l'effet de croisement horizontal puis vertical. Quatre miroirs corrigent la position des faisceaux en les convergeant au foyer de la scène à téléviser. Conséquemment, plutôt que de présenter à la réception une série de bandes horizontales grossières comme les autres systèmes mécaniques, le procédé de Bernier présente une mosaïque de petits carreaux détaillés résultant de l'entrecroisement des deux faisceaux balayeurs.

Bernier avait fait breveter son procédé de système coordonné en mars 1933. La confirmation du Bureau canadien des brevets lui

parvient en septembre de la même année⁴². La lettre accompagnant la confirmation lui rappelle l'exigence de la commercialisation de son procédé s'il veut jouir des privilèges de son exploitation commerciale⁴³. Cependant, une fois l'appareillage constitué et démontré dans les laboratoires de Polytechnique, Bernier ne s'efforcera pas de trouver des moyens d'exploiter commercialement son invention. Il n'approchera aucune compagnie. Les prérogatives du brevet expirent dans le délai prévu par la loi et l'invention de Bernier ne passe pas au stade de l'innovation. En outre, la conclusion des travaux de Bernier et de Leblanc survient dans la conjoncture où le paradigme "électronique", qui vient d'être démontré, supplante progressivement le paradigme "mécanique". Les enjeux commerciaux de cette révolution technique échappent à l'inventeur de Polytechnique qui se situe plutôt en périphérie.

Néanmoins, les résultats de leurs recherches trouvent un auditoire dans le public montréalais. Lorsque Bernier et Leblanc présentent le résultat de leurs travaux à des journalistes, ils insistent sur l'originalité de l'invention. Les travaux de Bernier et de Leblanc incitent même un journaliste de *La Patrie* à inclure le Canada parmi les grandes nations qui contribuent aux perfectionnements de la télévision. Il écrit:

Nous avons constaté que deux ingénieurs et professeurs de notre Université avaient mis au point un appareil de télévision qui ne cède en rien à celui des autres pays⁴⁴.

Bernier prononce aussi des conférences sur le sujet. Une première a lieu à Polytechnique devant la Société de physique et de chimie en 1935. Une autre se tient à l'Engineering Institute of Canada en 1937. Les recherches sur la télévision de Bernier et de Leblanc profitent ainsi à Polytechnique en augmentant la visibilité de l'institution auprès du grand public et de certains milieux professionnels.

Plus tard, Bernier travaillera de nouveau sur la télévision. Après avoir été nommé professeur, il poursuivra, en 1938, des études sur les cellules photoélectriques et s'intéressera également au microscope électronique. En 1939, il entreprendra des recherches sur les tubes cathodiques. Son poste de professeur et son intérêt pour le domaine l'amènent à mettre sur pied un laboratoire d'électronique moderne. L'équipement de laboratoire dont il dispose lui permet de réaliser des composantes fondamentales de systèmes électroniques, dont certaines concernent la télévision électronique⁴⁵. Il peut dé-

sormais procéder à loisir à la fabrication de tubes cathodiques, de cellules photoélectriques et de tubes à gaz. Il possède même un appareillage pour réaliser des dépôts de métaux évaporés sur des plaques en conformité avec le procédé de fabrication des tubes de caméra électronique. Il peut ainsi entretenir sa passion pour l'électronique et les communications.

IV. RECHERCHES SUR LA TÉLÉVISION ET FORMATION D'INGÉNIEURS

En quoi les travaux de Bernier et de Leblanc sur la télévision ont-ils eu des répercussions durables sur Polytechnique? En particulier, comment les activités d'inventeur de Bernier, de même que celles de Villeneuve, ont-elles été perçues par l'institution? Ces questions ne sont pas sans intérêt. Elles nous amènent à s'interroger sur les rapports entre Polytechnique et la recherche scientifique en général et le domaine de l'invention en particulier. Elles nous conduisent également à préciser la place de l'invention dans la formation d'ingénieurs appelés à jouer un rôle dans le développement technologique.

Tout d'abord, il faut rappeler que Polytechnique, contrairement aux grandes facultés de génie en Amérique du Nord, ne dispose pas des ressources nécessaires pour investir dans la recherche ou dans le domaine de l'invention pendant la période de l'entre-deux-guerres. Ainsi, au début des années 1920, l'École éprouve toujours des difficultés à s'imposer comme une véritable école d'ingénieur. Une lettre du président du CNR à Lomer Gouin, premier ministre du Québec, donne, en effet, une piètre image de la formation des ingénieurs à Polytechnique dès lors qu'on la compare à celle des universités McGill et de Toronto. A. B. McCallum note en effet que:

The course of training given in Ecole Polytechnique does not qualify adequately students in Chemistry, Physics, Chemical Engineering, Mining Engineering, Metallurgy, as the corresponding courses in McGill and Toronto do. The curriculum instruction given, as it appears on paper, is not appreciably inadequate, but the instruction given, the laboratories accommodation, and the equipment in apparatus are not such as to meet the full requirements of the curriculum. The staff, as a whole, could not, I am certain, do more than they do, and yet the results is that students are not fully trained as compared with those of McGill and Toronto. The explanation is that the Ecole Polytechnique is attempting to work with resources that are utterly inadequate⁴⁶.

Après la Grande Guerre, les membres de la Corporation de l'École Polytechnique décident de donner un sérieux coup de barre afin de rehausser le prestige de l'établissement en instituant une commission d'études des programmes⁴⁷. Le gouvernement québécois s'engage, quant à lui, à mieux subventionner l'institution. Cette commission a comme résultat, notamment, d'amener Frigon à la direction de l'École, en 1923. Premier Canadien français à occuper ce poste, il est également le premier directeur à avoir fréquenté des institutions de haut savoir où il a décroché des diplômes d'études supérieures. Il s'engage donc dans une réforme de l'institution qui passe principalement par l'embauche de professeurs spécialisés à l'étranger. Cette réforme n'a cependant pas pour but d'instaurer la recherche à Polytechnique. Sa fréquentation des grandes écoles d'ingénieurs lui permet de comprendre qu'il n'est pas réaliste, compte tenu des ressources dont l'École dispose, de faire de Polytechnique une institution vouée autant à l'enseignement qu'à la recherche⁴⁸.

Encore à la fin des années 1930, la situation financière de l'École mais également la conviction des dirigeants selon laquelle la réputation de leur établissement réside dans le perfectionnement de son enseignement ne permettent pas que s'y développe la recherche. Il faudra attendre une conjoncture particulière, celle de la Seconde Guerre, pour que les dirigeants misent sur la recherche pour améliorer le statut de leur École dans le champ des institutions d'enseignement universitaire⁴⁹. En 1942, une réforme de l'enseignement instaure un programme de quatre années de tronc commun plus une année de spécialisation. Les débuts tardifs et modestes de la spécialisation mettent fin à près de trois quarts de siècle de formation générale à Polytechnique.

En ce qui concerne le domaine de l'invention, la situation n'est guère meilleure. C'est au département d'électricité, dirigé par le professeur Villeneuve, que l'on retrouve le noyau d'individus qui investiront ce domaine. Ce sont, en effet, les passionnés de la radio, Villeneuve, Leblanc et Bernier, qui développeront leurs activités d'inventeurs au sein de ce département pendant toute la décennie des années trente. Ils s'y consacreront cependant dans des conditions assez difficiles. Sans ressources, ils devront fabriquer leurs propres appareils. Comme l'écrit Villeneuve dans la *Revue trimestrielle canadienne*, à propos des professeurs du département d'électricité, "nous ne faisons de la recherche que dans nos moments de loisir, et cela pratiquement sans ressources"⁵⁰.

Il faut dire que ce département ne figure pas dans les plans de développement de l'École. La majorité des diplômés trouvent surtout de l'emploi dans les ministères ou organismes liés aux travaux publics. En 1929, la Corporation investit, par exemple, dans la construction de laboratoires d'hydraulique. Dix ans plus tard, Villeneuve se plaint toujours de ne pas avoir des laboratoires d'électricité "qui puissent soutenir la comparaison avec ceux de l'hydraulique⁵¹".

Villeneuve n'a pas le loisir de s'adonner avec autant d'énergie que Bernier au domaine de l'invention. En plus de sa tâche d'enseignant, il dirige le bureau d'ingénieurs Villeneuve-Leblanc-Bernier entre 1931 et 1937. Avec le peu de temps qu'il lui reste, Villeneuve met au point un contrôleur rotatif à sept intensités pour une cuisinière électrique et un contrôleur à cinq intensités pour des unités d'éclairage. Il invente également un jeu de société. Bref, il mène une carrière d'inventeur à mi-temps dans des domaines moins prestigieux que ceux de Bernier. Dans les années 1940, Frigon, alors principal de Polytechnique, lui reprochera d'ailleurs d'avoir négligé la recherche scientifique pour "trouver gloire dans un travail carrément du domaine de l'inventeur plutôt que du savant". "Vous vous êtes amusé, lui dira-t-il, à travailler comme électricien à la radio, à vendre des jeux de cartes et à poursuivre des expériences qui n'avaient rien de scientifique"⁵².

Au cours des années 1940, une nouvelle conception du métier de professeur s'est imposée chez les dirigeants de Polytechnique. La recherche est considérée dorénavant comme une tâche aussi importante que l'enseignement. Or, dans les années 1920 et 1930, la direction de Polytechnique reste toujours attachée à une définition du professeur qui en fait avant tout un enseignant. Les bourses d'études ou les congés que la Corporation attribue aux finissants ou aux professeurs ont pour but d'en faire de bons ou de meilleurs enseignants et non pas des chercheurs.

Au moment où les dirigeants de Polytechnique s'évertuent à augmenter la visibilité de l'institution et à lui forger une réputation de véritable école d'ingénieur, la publicité faite autour des travaux de recherche sur la télévision à Polytechnique n'est pas sans réjouir la direction de l'École⁵³. Ces deux techniciens deviendront rapidement des professeurs. En effet, Leblanc est intégré au corps professoral dès 1933, tandis que Bernier est promu professeur au département de physique en 1937. Par ailleurs, le noyau de professeurs, formé par les trois passionnés de la radio que sont Bernier, Leblanc et Villeneuve, permet à l'École de participer, en 1941, à

l'effort de guerre. Polytechnique se joint, en effet, à un réseau de treize universités canadiennes qui, en coopération avec la Défense Nationale, établissent un programme de formation d'opérateurs-radio⁵⁴. Polytechnique forge ainsi des liens avec cet important organisme subventionnaire, liens qui se consolideront par la suite.

Si Leblanc abandonne le domaine de l'invention pour se restreindre à l'enseignement, Bernier, lui, continuera à développer ses activités d'inventeur. Il saura même faire accepter par les dirigeants la légitimité de ces activités dans les années 1940 alors que Villeneuve, pourtant directeur de département, se fera rabrouer pour avoir délaissé le domaine de la recherche au profit de l'invention. Contrairement à Villeneuve, Bernier a su manoeuvrer avec habileté pour se ménager un espace particulier qui lui permettra de s'adonner à l'invention tout au long de sa carrière. Dans le cas de ses travaux sur la télévision, il a pu, non sans difficulté, les faire passer pour une étude subventionnée par le CNR. Plus tard, en 1938, il se fait attribuer une bourse par l'Office des recherches scientifiques du ministère de l'Industrie et du Commerce de la province. Cet organisme, nouvellement créé, lui permet de travailler sur une nouvelle méthode de séchage des bois par des champs de haute fréquence, susceptible de remplacer les procédés thermiques habituels. En 1939, le directeur de Polytechnique, Armand Circé, ne manque pas de signaler cette information dans un article de la *Revue trimestrielle canadienne* qui donne un aperçu du développement et de l'orientation de l'enseignement à Polytechnique⁵⁵.

L'une des conséquences immédiates des travaux de Bernier sur la télévision est certes la mise sur pied d'un laboratoire d'électronique à Polytechnique dès les années 1930. Ce laboratoire accueille également les étudiants inscrits au cours d'électrotechnique qui s'échelonne sur deux ans. Ces derniers peuvent mieux saisir certains aspects du travail des ingénieurs dans des domaines comme ceux des télécommunications ou de la fabrication d'appareils électriques ou électroniques. Plusieurs grandes firmes, tels Canadian General Electric, Bell Telephone, Marconi, Westinghouse et Northern Electric, possèdent des usines à Montréal qui emploient de nombreux ingénieurs. Or, très peu d'ingénieurs canadiens-français réussissent à s'y faire engager. Ainsi, en 1930, seulement quatre diplômés de Polytechnique travaillent dans l'une de ces firmes, trois chez Northern Electric et un chez Bell, soit moins de 1% de l'ensemble des diplômés. En 1947, leur nombre reste encore modeste, mais laisse cependant supposer que ces firmes commencent à ouvrir leurs portes aux ingénieurs francophones. Ils sont maintenant dix-

huit diplômés à oeuvrer au sein de ces grandes multinationales. Trois travaillent chez Northern Electric, cinq chez Bell, un chez Marconi, un chez Westinghouse et huit chez General Electric⁵⁶. Il n'est pas interdit de croire que l'intérêt pour l'électronique et une formation adéquate dans ce domaine ont été en partie développés dans le laboratoire d'électronique mis sur pied par Bernier. L'inauguration, en 1942, des spécialités amène d'ailleurs les dirigeants à remanier le programme d'études. Bernier se voit ainsi attribuer l'enseignement du génie électrique et peut créer un nouveau cours, celui des communications électroniques.

CONCLUSION

Les recherches de Bernier et de Leblanc sur la télévision n'ont pas entraîné directement l'émergence de la recherche à Polytechnique. Loin d'être une contribution marquante dans l'histoire du développement de la télévision, elles n'ont pas assuré non plus la réputation de l'institution dans ce domaine. L'utilisation du concept de "paradigme technologique", nous a permis d'ailleurs de comprendre les limites du progrès technique de leurs travaux. Il n'en demeure pas moins que l'analyse de cet épisode, peu connu de l'histoire de la recherche appliquée au Québec, met en lumière la place de l'inventeur dans le milieu universitaire.

Dans ses travaux, Hughes n'a pas analysé le rôle de l'inventeur indépendant en milieu universitaire. L'historien américain s'est concentré surtout sur les grands inventeurs du tournant du siècle qui oeuvraient, pour la plupart, dans leur laboratoire ou dans leur atelier. La carrière de Bernier montre toutefois que certains d'entre eux ont mené leur carrière dans le cadre de l'université. Cette spécificité leur a conféré des caractéristiques particulières que nous avons tenté de mettre en évidence dans cet article.

L'importance qu'acquissent la radio et la TSF à Montréal, l'existence dans cette ville d'une école francophone d'ingénieurs où gravitent des individus intéressés par les télécommunications, ont servi de catalyseur dans l'émergence d'une carrière d'inventeur pour Bernier. Par ailleurs, en faisant ses recherches à Polytechnique, Bernier s'est identifié à l'institution. L'inventeur indépendant a subi les contraintes institutionnelles et a dû s'ingénier à faire accepter des pratiques qui ne sont pas nécessairement légitimes dans une université. Plus important encore, la sécurité d'emploi et la sécurité financière que lui ont procuré son poste de professeur expliquent le peu d'intérêt qu'il a porté à la commercialisation de ses brevets.

Les travaux de recherche de Bernier et de Leblanc sur la télévision ont toutefois eu des répercussions durables sur l'institution. Ils ont permis à la direction d'entrevoir les bénéfices symboliques que ces travaux pouvaient apporter à une école d'ingénieurs qui cherchait à augmenter sa visibilité. En un sens, ils ont dans une certaine mesure préparé le terrain à l'émergence de la recherche qui aura lieu dans la décennie suivante. Ils ont également permis à Bernier de devenir professeur et de ménager une place restreinte, mais bien réelle, au domaine de l'invention à Polytechnique. Finalement, le laboratoire d'électronique a contribué à former une poignée de diplômés dans un domaine où, jusque-là, les ingénieurs francophones étaient pratiquement absents.

NOTES

- 1 J. M. Staudenmaier, "Recent Trends in the History of Technology", *American Historical Review*, XCV, 3, 1990, p. 715-725. Par ailleurs, P. Flichy fait une critique des deux grands courants d'analyse que sont le déterminisme technologique et le déterminisme social. P. Flichy, *L'innovation technique*, Paris, La Découverte, 1995, p. 39-71.
- 2 C. Bellavance, *Shawinigan Water and Power 1898-1963*, Montréal, Boréal, 1994. J.-P. Charland, *Les pâtes et papiers au Québec 1880-1980*, Québec, IQRC, 1990.
- 3 T. P. Hughes, *American Genesis*, New York, Penguin Book, 1990, et, du même auteur, *Elmer Sperry: Inventor and Engineer*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1971.
- 4 E. Constant, "A Model for Technological Change Applied to the Turbo-jet Revolution", *Technology and Culture*, XIV, 4, 1973, p. 553-572. G. Dosi, "Technological Paradigms and Technological Trajectories", *Research Policy*, XI, 3, 1982, p. 147-162.
- 5 T. P. Hughes, *American Genesis*, p. 20-21.
- 6 *Ibid.*, p. 21.
- 7 Ayant entendu dire qu'une ferme belge a réussi à fabriquer une machine à pasteuriser le lait, Bernier convainc ses camarades Leblanc et Hone, deux diplômés de la même promotion que lui, de fonder la société Industrial Scientific Apparatus afin de fabriquer cet appareil pour l'Amérique. Quelques mois plus tard, la société est dissoute sans avoir rapporté un sou à ses actionnaires.
- 8 A. Canuel, "Les télécommunications à Montréal entre 1846 et 1946", *Scientia Canadensis*, XVI, 1, 1992, p. 10.
- 9 C. A. Chicoine, *Jean-Charles Bernier, 1905-1987*, Montréal, Éditions Cyril Bernier enr., 1993, p. 30. Il faut demeurer prudent dans la consultation de cette biographie d'un style brouillon et hagiographique.
- 10 Voir dans ce numéro l'article de A. Canuel sur Augustin Frigon.
- 11 *Lettre de J.-A. Villeneuve à A. Frigon*, 10 décembre 1926, AEPM (Archives de l'École Polytechnique de Montréal).
- 12 *Lettre d'Augustin Frigon à H. M. Tory, président du CNR*, 5 février 1930, AEPM.
- 13 *Lettre de J.-A. Villeneuve à S. P. Eagleson, secrétaire trésorier du CNR*, 3 février 1930, AEPM.
- 14 J.-C. Bernier, "La saturation thermionique", *Revue trimestrielle canadienne (RTC)*, XVI, 64, 1930, p. 369-395.
- 15 *La Presse*, 10 octobre 1931, p. 25, et 24 octobre 1931, p. 70. Voir également *Broadcasting*, I, 3, 15 novembre 1931, p. 28. Il ne semble pas que ce projet du journal *La Presse* ait été effectivement réalisé.
- 16 *Lettre de S. P. Eagleson, secrétaire trésorier du CNR, à Augustin Frigon*, 30 octobre 1933, AEPM.
- 17 E. Constant, *op. cit.* et G. Dosi, *op. cit.* Ces auteurs transposent et adoptent au cas de l'évolution technologique la notion de paradigme défini par T. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolution*, Chicago University Press, 1962. Pour une revue des différentes tendances de l'analyse

- de l'évolution technique voir P. Flichy, *op. cit.*, p. 171 et G. Dosi, K. Pavitt et L. Soete, *The Economics of Technical Change and International Trade*, New York, New York University Press, 1990, p. 82-89.
- 18 G. Dosi, "Technological Paradigms and Technological Trajectories" p. 153.
 - 19 Constant donne un exemple de révolution technique. Pour lui, c'est pendant l'entre-deux-guerres que les recherches sur la propulsion des avions par des turboréacteurs supplantent celles sur la propulsion par des pistons. En effet, les ingénieurs en aéronautique cherchent à augmenter la vitesse des avions en jouant sur les caractéristiques des moteurs à piston. Or, certains d'entre eux disposent de connaissances en aérodynamique sur le comportement des gaz et entrevoient des limites dans la propulsion par piston. En agencant des connaissances scientifiques et techniques, des ressources matérielles et financières, etc., ils constituent un nouveau paradigme de recherche. En 1939, la réalisation concrète d'une telle technique — qui démontre sa supériorité au niveau de la vitesse atteinte par les avions — constitue le point de départ du nouveau paradigme. E. Constant, *op. cit.*
 - 20 G. Dosi, *op. cit.*, p. 152-53.
 - 21 G. Shiers, "Early Schemes for Television", *IEEE Spectrum*, 1970, p. 24-34. J. H. Hogan, "The Early Days of Television", *Journal of the SMPTE*, 1954, reproduit dans R. Fielding (ed.), *A Technological History of Motion Picture and Television*, Berkeley, University of California Press, 1967, p. 230-234. Dans ces textes, les auteurs décrivent le passage du paradigme des dispositifs à canaux multiples au paradigme mécanique, lequel ne comporte qu'un seul canal de transmission du signal électrique.
 - 22 Les trajectoires de recherche du paradigme mécanique concernent premièrement le balayage. Les chercheurs peuvent se pencher sur des problèmes particuliers tel celui de la sensibilité des cellules photoélectriques, la synchronisation du poste émetteur avec le poste récepteur et l'amplification du signal électrique. Cependant, ces problèmes sont déterminés par les choix de trajectoires au niveau du balayage.
 - 23 A. Abramson explique l'originalité des travaux de LeBlanc dans *The History of Television, 1880 to 1941*, Jefferson (North Carolina), McFarland and Co., 1987, p. 13.
 - 24 C'est dans le paradigme mécanique que l'on rencontre le plus grand nombre de trajectoires. Mentionnons le tambour de miroirs, les miroirs en rotation ou en vibration, la ceinture perforée, les miroirs hélicoïdaux, les jeux de prismes et le disque perforé.
 - 25 Pour un aperçu de la diversité et de l'état des trajectoires de recherches dans le paradigme mécanique pour la décennie des années 1920, on peut consulter A. Dinsdale, *First Principles of Television*, Londres, Chapman & Hall, 1932.
 - 26 A. Abramson, *op. cit.*, p. 84.
 - 27 La constitution des grandes entreprises en radiophonie a permis de jeter les bases de l'industrie télévisuelle; lire les thèses de Joseph H. Udelson, *The Great Television Race*, University of Alabama Press, 1982, p. 7, ou

- l'œuvre de E. Barnow, *A Tower in Babel. A History of Broadcasting in the United States, volume I – to 1933*, New York, Oxford University Press, 1966.
- 28 A. Abramson, *op. cit.*, p. 100.
 - 29 Joseph H. Udelson, *op. cit.*, p. 39.
 - 30 Nous partageons l'avis de Joseph H. Udelson lorsqu'il affirme que les deux paradigmes sont fondés avant la Grande Guerre et que leurs principes sont diffusés parmi les chercheurs. Joseph H. Udelson, *op. cit.*, p. 24. Voir également A. Abramson, *op. cit.*, p. 22.
 - 31 Sur l'évolution du tube cathodique en rapport, notamment, avec la télévision, consultez P. A. Keller, *The Cathode Ray Tube. Technology, History and Applications*, New York, Palisades Press, 1991.
 - 32 C. Swinton, "Presidential Address", *The Journal of the Röntgen Society*, VIII, 30 janvier 1912, p. 1-15.
 - 33 Zworykin affirme dans un rapport de recherche que "the work was stopped temporarily in order to work with the mechanical method of picture transmission that was still in progress". A. Abramson, *op. cit.*, p. 79.
 - 34 *Idem*, p. 74-75.
 - 35 "If the boom [celui de la télévision mécanique] was the time of the small firm and the amateur, the years that followed were primarily dominated by three corporations and their professional researchers." J. H. Udelson, *op. cit.*, p. 79.
 - 36 *Idem*, p. 79-118.
 - 37 J.-C. Bernier et F. Leblanc, "La télévision", *RTC*, XIX, 75, 1933, p. 256.
 - 38 P. A. Keller, *op. cit.*, p. 45-64.
 - 39 H. Moss, "Cathode Ray Tubes Progress in the Past Decade With Special Reference to Manufacture and Design", in L. Marton (éd.), *Advances in Electronics*, New York, Academic Press, 1950, p. 3.
 - 40 J.-C. Bernier et F. Leblanc, *op. cit.*, p. 242-257.
 - 41 *Idem*, "La télévision (suite)", *RTC*, XX, 77, 1934, p. 64-72.
 - 42 J.-C. Bernier, Brevet canadien numéro 344307, demandé le 27 mars 1933, obtenu le 4 septembre 1934.
 - 43 *Lettre de Marion & Marion à J.-C. Bernier*, 10 septembre 1934, AEPM.
 - 44 Spicilèges extrait du journal *La Patrie*, 1934, AEPM.
 - 45 J.-C. Bernier, "Un Laboratoire d'Électronique à l'École Polytechnique", *RTC*, XXIV, 96, 1938, p. 434-451.
 - 46 *Lettre de A. B. MacCallum au Premier ministre L. Gouin*, 10 février 1919, in "Eagleson C" fichier, Archives du CNR.
 - 47 Le doyen des professeurs de Polytechnique n'a pas été invité à siéger sur cette commission. Le président de la Corporation justifie cette décision en ces termes: "[...] nous avons décidé en principe de nommer des professeurs qui avaient étudié récemment dans des universités étrangères, soit aux États-Unis ou en Europe c'est-à-dire des professeurs qui seraient au fait des programmes d'études adoptés dans les dix dernières années [...]". *Lettre d'Aurélien Boyer, principal de Polytechnique à Lomer Gouin*, 13 décembre 1919, AEPM.

- 48 Pour plus de détails sur les réformes de Frigon et l'état de la recherche à Polytechnique entre 1920 et 1940 voir R. Gagnon, *Histoire de l'École Polytechnique de Montréal*, Montréal, Boréal, 1991, p. 186-193 et 275-281.
- 49 Pour une analyse de l'émergence de la recherche à Polytechnique voir: R. Gagnon, *op. cit.*, p. 281-302 et J.-M. Desroches et R. Gagnon, "Georges Welter et l'émergence de la recherche à l'École Polytechnique de Montréal (1939-1970)", *Recherches sociographiques*, XXIV, 1, 1983, p. 33-54.
- 50 J.-A. Villeneuve, "Les ingénieurs électriciens et l'École Polytechnique", *RTC*, XXV, 1939, p. 180.
- 51 *Lettre de J.-A. Villeneuve à A. Mailhot, directeur de l'École Polytechnique*, 4 mars 1938, AEPM.
- 52 *Lettre d'A. Frigon à J.-A. Villeneuve*, 11 janvier 1943, AEPM.
- 53 *La Patrie* coiffe son article sur les travaux de Bernier et Leblanc par ce titre: "La télévision à Polytechnique". Tout au long de son article, le journaliste est d'ailleurs flatteur envers l'institution et ses dirigeants.
- 54 *Lettre d'Arthur Villeneuve à Augustin Frigon, président de la Corporation de l'École Polytechnique*, 23 janvier 1943, AEPM.
- 55 A. Circé, "Aperçu sur le développement et l'orientation de l'enseignement à Polytechnique", *RTC*, XXV, juin 1939, p. 23.
- 56 *Liste des diplômés de l'EPM*, Association des anciens élèves de l'EPM, 1930 et *Idem*, 1947.

BIOGRAPHICAL NOTE

Robert Gagnon est professeur au département d'histoire de l'UQAM et chercheur au Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie (CIRST). Il a récemment publié *Histoire de la Commission des écoles catholiques de Montréal* (Boréal, 1996) et *Anglophones at the CECM* (CECM 1996).

Jean-François Auger est étudiant à la maîtrise au département d'histoire de l'UQAM.