

Note de recherche

Le laboratoire d'électronique de l'ÉPM et
les transferts de techniques vers les
entreprises, 1950-1975

Jean-François Auger

99-04

Pour se procurer des copies de cette note de recherche communiquer avec les chercheurs:

Adresse postale: CIRST
UQAM
C.P. 8888, Succursale Centre-ville
Montréal, Québec
Canada, H3C 3P8

Adresse civique: CIRST
UQAM
Pavillon Thérèse-Casgrain , 3e étage
455, boul. René-Lévesque Est, Bureau W-3040
Montréal, (Québec) Canada
H2L 4Y2

Téléphone (secrétariat du CIRST): (514) 987-4018

Télécopieur (secrétariat du CIRST): (514) 987-7726

Courrier électronique: CIRST@uqam.ca

Site Internet: www.unites.uqam.ca/cirst

Le Laboratoire d'électronique appliquée de l'EPM
et les transferts de techniques vers les entreprises, 1950-1975

par

Jean-François Auger*

Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie (CIRST)
Université du Québec à Montréal (UQAM)
Cp. 8888, Succ. Centre-ville
Montréal (Québec) H3C 3P8
Canada

Résumé

Dans cet article, j'affirme que l'analyse du processus de transfert de techniques peut lever le voile sur les relations entre les universités et les industries. Afin d'illustrer ce fait, j'analyse trois inventions conçues au Laboratoire d'électronique appliquée de l'École Polytechnique de Montréal, dans les années 1950 et 1960. Je montre l'évolution de l'ensemble des phénomènes reliés au transfert des ces produits du laboratoire avec des entreprises, dont la Canadian Patent and Development, la Bermont-Électromécanique et la Berfax Corporation. En conclusion, j'affirme que la structure institutionnelle prévue pour les transferts de techniques, les négociations avec des partenaires extérieurs à l'université, les motivations économiques des professeurs, les démarches juridiques pour l'obtention d'un brevet d'invention et le démarrage de nouvelles compagnies autour d'un produit constituent des facteurs clefs pour comprendre ce type de collaboration entre les universités et les industries.

Abstract

In this paper I claim that the analysis of the mechanism of science and technology transfer may cast new light upon the shape of the collaboration between universities and industries. To illustrate my point, I analyze three inventions devised at the Laboratoire d'électronique appliqué of the École Polytechnique de Montréal in the 1950s and 1960s. I show the evolution of the transfer of these laboratory's products with companies like the Canadian Patent and Development, the Bermont-Électromécanique, and the Berfax Corporation. In the conclusion, I argue that the institutional structures for technology transfer, the negotiations with external partners, the economic motivations of professors, the acknowledgment of patent protection, and the spin-off of new companies are key to understanding the collaboration between the university and the industry.

Notre compréhension de l'histoire du système économique contemporain repose en partie sur l'identification du rôle qu'y jouèrent les sciences et les techniques. Les lieux où ces dernières ont été produites demeurent, au moins depuis la fin du XIX^e siècle, les industries et les institutions d'enseignement supérieures avec, depuis le début du XX^e siècle, les agences gouvernementales de recherche. En conséquence, il semble fondamental de mettre en lumière les relations entre ces types d'organisations pour comprendre la dynamique du système économique contemporain à auquel ils contribuèrent.

Les historiens se sont déjà intéressés à cette question¹. Par exemple, une étude récente montre que, au cours des 150 dernières années, la performance industrielle de six pays n'était pas fortement liée à la recherche et à l'éducation². Le système de recherche et d'éducation a plutôt suivi le développement de l'économie par ses interactions avec le système industriel. Les conclusions sont sensiblement les mêmes dans une étude des relations entre les universités et les industries allemandes entre 1880 et 1914³. Les transferts de connaissances dans le domaine du génie électrique allaient de l'industrie vers l'université et non l'inverse, contrairement à l'opinion admise.

Des historiens ont également étudié, à un niveau plus microscopique, les formes particulières par lesquelles les universités et les entreprises collaboraient ensemble. Nous savons maintenant que les transferts de techniques prennent, notamment, la forme de mécanismes institutionnalisés. Par exemple, le Department of Engineering Research de l'Université du Michigan joua le rôle d'un bureau de liaison, dès les années 1920, pour gérer les recherches contractuelles avec les industries⁴. Les fondations de recherche constituent un autre exemple de transferts institutionnalisés. La Wisconsin Alumni Research Foundation (WARF) commercialisa le brevet de la vitamine D obtenu par Harry Steenbock, professeur de biochimie à l'Université du Wisconsin⁵.

D'autres types de transferts s'effectuent sous une forme beaucoup moins directe et institutionnalisée. Par exemple, le Massachusetts Institute of Technology (MIT) et la General Electric étaient entrées en contact par le biais de cours coopératifs mis sur pied par Dugald C. Jackson, un professeur de génie électrique⁶. Autre exemple, sir William Ramsay, professeur de chimie au University College de Londres, résolvait des problèmes d'entreprises anglaises, dont la Scottish Cyanide Company, dans le cadre de contrats de consultation⁷. Les compagnies qui démarrent en milieu universitaire constituent également un mécanisme de transfert⁸. Elles diffusent sur le marché des connaissances et des produits développés en milieu universitaire. Toutefois, les historiens leur ont accordé peu d'attention à ce jour.

L'objectif de cet article est de contribuer à la compréhension des relations entre les universités et les industries. Plus spécifiquement, il présente trois cas de transferts de techniques du Laboratoire d'électronique appliquée (LEA) de l'École Polytechnique de Montréal (EPM) vers des entreprises entre 1950 et 1975. Le choix de ce laboratoire est motivé par au moins deux raisons. Tout d'abord, le directeur du LEA, Jean-Charles Bernier (1905-1987), affirmait que : «C'est le rôle de la recherche appliquée d'innover, d'inventer, de développer de nouveaux produits, de nouveaux procédés et d'assurer le

perfectionnement soutenu de techniques existantes et d'en créer de nouvelles.⁹» Il attribuait un rôle prépondérant à l'invention dans le travail de recherche de l'ingénieur, qu'il associait à la «recherche appliquée», par opposition à la «recherche pure». Pour lui, l'université devait produire des recherches aux applications industrielles afin de pouvoir contribuer au développement de l'économie nationale. Autre raison, plus importante encore, Bernier, ses collaborateurs et ses techniciens mirent au point plusieurs inventions, dont le Lectron (une tête de lecture des bandes magnétiques), le Graphax (un instrument de représentation tridimensionnelle) et le Berfax (un appareil de reproduction mécanique). Pour ces trois inventions, le laboratoire fut impliqué dans des transferts de techniques avec des entreprises, dont la Canadian Patent and Development (CPD), la Bermont Électromécanique et la Berfax Corporation.

Plusieurs économistes et politologues analysent les transferts de techniques pour mieux comprendre les facteurs qui ont été impliqués dans la «réussite» du processus¹⁰. Ils utilisent par la suite ces facteurs afin de planifier plus efficacement les politiques de gestion des universités ou des gouvernements en matière de développement économique et d'investissements stratégiques. Afin de produire une analyse symétrique des événements, il ne sera pas question d'employer ici cette logique dichotomique échec/réussite qui se trouve aussi chez les historiens¹¹. Ainsi, le problème qui retiendra mon attention est tout autre. Quels sont les facteurs techniques, sociaux, économiques et institutionnels qui expliquent l'évolution du processus de transfert de techniques d'un laboratoire universitaire vers des entreprises? En réponse à ce problème, je vais affirmer que la structure institutionnelle prévue pour les transferts de techniques, les négociations avec des partenaires extérieurs, les motivations économiques des professeurs, les démarches juridiques pour l'obtention d'un brevet d'invention et le démarrage de nouvelles compagnies autour d'un produit constituent des facteurs clefs.

L'École Polytechnique de Montréal et le Laboratoire d'électronique appliquée

Fondée en 1873, l'EPM demeura une institution vouée à la formation d'ingénieurs jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, période à partir de laquelle les activités de recherche cohabitent de plus en plus avec l'enseignement¹². Les diplômés sortis de cette université trouvaient traditionnellement des débouchés de carrière dans la fonction publique (municipalités, gouvernements du Canada et du Québec) et dans le génie-conseil, bien que les dirigeants aient constamment cherchés à rapprocher leur institution du secteur industriel. Ainsi, en 1943, le directeur de l'EPM, Armand Circé, écrivit que «l'établissement de relations avec l'industrie» faisait partie des tâches du professeur, en plus de l'enseignement et de la recherche¹³. Toutefois, en dépit de ces efforts, le taux de placement des diplômés de l'EPM dans l'industrie n'égalait jamais celui de la faculté de génie de l'Université McGill, située également à Montréal¹⁴.

À la suite du déclenchement des hostilités en Europe, l'effort de guerre du Canada rapprocha considérablement les industries des institutions qui disposaient d'infrastructures

de recherche¹⁵. Ainsi devint-il de plus en plus clair, aux yeux des dirigeants de l'EPM, que la recherche constituait l'une des meilleures façons de tisser des liens privilégiés avec les industries. En 1946, la création du Centre de recherches institutionnalisa ce type de relations. Le président de la Corporation de l'EPM, Augustin Frigon, déclara alors que: «Les industriels peuvent maintenant confier à ce Bureau de recherche [sic] leurs problèmes techniques avec la certitude qu'ils seront étudiés par un spécialiste qualifié, qui aura la collaboration de nombreux collègues, experts dans différentes branches des sciences et du génie.¹⁶» L'inauguration de plusieurs laboratoires spécialisés, quatre ans auparavant, permettait en effet à l'EPM d'offrir ce service aux entreprises.

En 1953, la direction de l'EPM plaça Bernier au poste de directeur du Centre de recherches. À cette époque, le Centre gérait les recherches subventionnées obtenues auprès des organismes gouvernementaux, tel le Conseil national de recherches (CNR), et des contrats signés avec des compagnies, telle l'International Nickel Corporation (mieux connue aujourd'hui sous le nom d'Inco). Les activités étaient très diversifiées, allant de la recherche, aux essais industriels en passant par l'invention. Bien que le Centre encourageât «la mise en valeur d'idées ou d'inventions nouvelles¹⁷», la gestion de la mise en marché des brevets d'invention avait été confiée à la CPD. Le Centre recommandait aux professeurs de tenir à jour des carnets de laboratoire faisant état des travaux potentiellement brevetables. Il institutionnalisait et légitimait, en quelque sorte, la pratique de l'invention dans les laboratoires de l'EPM.

L'année même de son entrée en fonction au poste de directeur, Bernier rédigea un rapport général qui insistait sur l'importance de préserver la liberté institutionnelle dont jouissent les professeurs. Les contrats de recherche des entreprises ne devaient pas interférer, aux yeux du directeur, avec les orientations de recherche privilégiées par les responsables des laboratoires. Bernier réclama également l'assouplissement des conditions de financement des travaux aux résultats incertains et demanda que le Centre de recherches fût responsable des démarches pour obtenir un brevet d'invention¹⁸. Les deux premières demandes du directeur furent satisfaites, mais la prise de brevet d'invention demeura à la charge de la CPD. Comme on le constate, Bernier se dota, au cours de son mandat, de conditions institutionnelles qui lui assuraient une grande indépendance dans la conduite de ses travaux. Le LEA participait aux activités du Centre en recevant des contrats d'organismes gouvernementaux et en effectuant des essais d'appareillage électronique pour des compagnies privées¹⁹. Toutefois, la principale activité du laboratoire consistait à inventer de nouveaux produits grâce aux octrois qu'il recevait du Centre, d'autant plus que les organismes subventionnaires ne jugeaient pas toujours approprié de financer certains projets du LEA. Bernier démissionna du poste de directeur en 1966, ce qui eut pour effet de laisser pratiquement à l'abandon du Centre. (Il fut remplacé, quatre ans plus tard, par le Service de la recherche, qui s'occupa la gestions des projets subventionnés, et le Centre de développement technologique, qui assumait la gestion de la recherche commanditée, des essais industriels et des transferts de techniques²⁰.)

Ce fut à la suite de travaux sur la télévision et de l'invention d'un procédé de balayage télévisuel en 1934 que le LEA fut mis sur pied par Bernier²¹. De 1937 à 1957, le laboratoire comporta un bureau pour le directeur, un atelier de mécanique où s'affairaient deux

techniciens, une grande salle de travail occupée par trois collaborateurs et un petit laboratoire d'électronique et d'électrotechnique utilisé dans les cours de génie pour effectuer des expériences pédagogiques. L'EPM imposait une fonction pédagogique au LEA, bien que dans les faits Bernier en minimisât l'impact sur son activité. Finalement, Bernier avait spécialisé le laboratoire dans la fabrication des tubes à vide, la composante principale des appareils électroniques à cette époque²². L'apparition du transistor au début des années 1950 ne modifia pas l'organisation technique du LEA, qui demeura équipé de bancs de pompage à vide, de pompes à diffusion d'huile, d'une tour horizontale à feux tournants et de fours électriques de dégazage, équipement nécessaire à la fabrication des tubes.

Avec le déménagement de l'EPM sur le campus de l'Université de Montréal en 1958, le LEA fut réorganisé pour tenir compte de l'expansion de ses activités²³. En effet, le laboratoire employait désormais une équipe composée d'une dizaine de collaborateurs, de deux techniciens et d'une secrétaire. Il comportait une salle consacrée aux opérations chimiques nécessaires à la fabrication des composantes électroniques, une salle pour la fabrication des tubes à vide, une salle pour les appareils électromécaniques et une dernière salle consacrée exclusivement à l'invention du Berfax. En comparaison avec l'ancienne organisation, le nouveau laboratoire se caractérisait par une division du travail, une spécialisation et une hiérarchisation plus marquées entre les collaborateurs et les techniciens. De plus, la partie dédiée à l'enseignement n'existait plus dans le nouveau laboratoire.

Comparé aux laboratoires des grandes sociétés, le LEA n'était pas intégré, dans son organisation et dans son fonctionnement, à une structure de transfert de technique²⁴. Cette différence créait des conditions favorables à l'exercice libre de l'invention. En revanche, elle eut un effet négatif sur la capacité du LEA à cerner les besoins de l'industrie. Elle posa en effet des obstacles aux transferts de techniques par voie de contrat négocié ou de création de nouvelles entreprises. Cet environnement institutionnel, qui vient d'être dépeint, fut le théâtre de trois transferts de techniques que je vais maintenant aborder.

Le Lectron

En 1952, l'industrie électronique lança l'enregistrement audiovisuel sur bande magnétique. La compagnie Ampex, puis d'autres grandes multinationales, dont Radio Corporation of America (RCA), commercialisèrent les premiers appareils d'enregistrement et de lecture. Au milieu des années 1950, Bernier et deux de ses collaborateurs, Pierre-Louis Piché et Roger-P. Langlois, s'intéressèrent de près à ce développement technique. Après avoir étudié les caractéristiques des appareils et composantes offertes sur le marché, ils conçurent une tête de lecture, nommée Lectron, qui éliminait le problème de l'usure des bandes magnétiques. Jugeant l'invention prometteuse, Bernier entra en contact avec la CPD en vue de protéger et de commercialiser l'invention en son nom et en celui de ses deux collaborateurs²⁵.

La CPD était une compagnie créée par le gouvernement du Canada, et placée sous la supervision du CNR, afin de commercialiser les inventions brevetées par les fonctionnaires de l'administration fédérale et des professeurs d'universités canadiennes²⁶. La correspondance de Bernier avec le secrétaire général de la compagnie, F. R. Charles, montre que le directeur du LEA se préoccupa très sérieusement des implications de l'entente qui liait la CPD avec l'EPM en matière de propriété intellectuelle. La première question soulevée par Bernier concernait les procédures à suivre dans le cas où un professeur détenait une invention intéressante. Charles indiqua d'abord à Bernier qu'il devait soumettre, dans ce cas, les détails de l'invention à la CPD, qui se chargerait d'en faire une évaluation préliminaire²⁷. Charles lui assura ensuite que, une fois cette étape franchie, la CPD faisait breveter l'invention et enclenchait un processus de mise en marché. Bernier s'empessa alors à justifier l'intérêt commercial du Lectron aux yeux de la compagnie du gouvernement fédéral²⁸.

Afin de bénéficier d'avantages financiers qui répondissent à ses aspirations, Bernier voulut toutefois négocier les clauses concernant le partage des revenus dans le contrat type qu'offre la CPD aux universités. Par exemple, il réclama le remboursement des coûts liés à l'invention avant le partage des revenus nets avec la compagnie. Or Charles jugea la demande irrecevable, puisque les ententes devaient demeurer uniformes d'une université à l'autre. Une lettre montre que, sur la question financière, les rapports entre le professeur et le secrétaire général devinrent très tendus. «[Y]ou do not have to refer any development to us, écrit Charles, and we do not have to accept them and this provision has always taken care of the cases such as the present one in which you have the impression of being "scalped".²⁹» Une note manuscrite de Bernier confirme également la détérioration des relations. Ne voulant pas «perdre entièrement le contrôle des négociations de son brevet», ce dernier décida qu'il allait financer lui-même l'obtention de brevets et l'exploitation commerciale de ses inventions³⁰. L'échec des négociations concernant le partage des revenus entre l'université et une compagnie extérieure constitue une difficulté symptomatique dans les transferts de techniques³¹. Le cas des négociations entre la CPD et Bernier ne fait pas exception ici.

Les négociations avec la CPD ayant échoué, un congrès organisé par l'Institute of Radio Engineers avait ouvert néanmoins une nouvelle avenue pour l'inventeur, l'industrie des communications. En effet, une conférence spécialisée présentée par Bernier sur le Lectron en 1960 le fit connaître de plusieurs industriels et ingénieurs du milieu de l'électronique appliquée aux communications³². Devant l'intérêt marqué de l'industrie, Bernier demanda à ses agents de brevets de protéger le Lectron par un brevet d'invention³³. De 1961 à 1963, plusieurs grandes entreprises, dont Ampex, International Business Machines, General Electric, Telechrome Manufacturing, contactèrent avec le directeur du LEA afin d'obtenir de plus amples informations sur les possibilités du Lectron. Ne reculant devant rien pour mettre la main sur une invention prometteuse, RCA envoya au LEA une délégation de hauts responsables en matière de recherche et de brevets «to discuss the head [le Lectron] and to determine whether you [Bernier] have made any inventions in your development which may be of interest to us.³⁴» Plusieurs entreprises exprimèrent ainsi un intérêt pour le Lectron.

À cette époque, le directeur du LEA ne se percevait cependant pas comme un entrepreneur³⁵. Par exemple, le vice-président de l'American Concertone, Frank C. Bumb, lui demanda s'il était possible d'acheter un prototype du Lectron. Il voulait savoir, dans le cas contraire, quelles mesures avaient été prises pour développer à l'intérieur d'une compagnie la tête de lecture et quels arrangements au niveau de la licence d'exploitation étaient envisagés par le laboratoire³⁶. Dans sa réponse, après avoir mentionné les problèmes techniques du Lectron sur lesquels se penchaient encore les collaborateurs du LEA, Bernier invoqua une raison fort intéressante, de notre point de vue, pour justifier l'absence de démarches commerciales de sa part. «As an educational institution, répond-il, we are very well equipped in research facilities, but the industrial and commercial promotion of such a device is somewhat out of our line.³⁷» En effet, en dehors de l'entente avec la CPD, aucune structure institutionnelle n'appuyait les professeurs de l'EPM qui désiraient tirer profit d'une invention ou d'une découverte scientifique.

Durant les années 1960, l'équipe du LEA perfectionna le Lectron, tandis que Bernier mettait au point un système d'enregistrement fondé sur la même technique, le Rectron³⁸. Comptant probablement toujours sur l'initiative d'une compagnie, Bernier ne commercialisa ni le Lectron ni le Rectron. De plus, un obstacle majeur bloquait la mise en marché de l'invention. En effet, après avoir reçu les objections de l'examineur américain contre la demande de brevet, Bernier n'engagea pas des avocats dans des poursuites juridiques qui contesteraient cette décision³⁹. Ne disposant pas d'une reconnaissance légale pour le Lectron, il lui était exclu d'envisager l'octroi d'une licence d'exploitation à une compagnie par exemple. La situation fut différente dans le cas du Graphax, puisque Bernier entreprit lui-même la commercialisation en mettant sur pied la Bermont-Électromécanique.

Le Graphax

Les collaborateurs du LEA consacraient beaucoup de temps à produire des dessins techniques en deux dimensions illustrant les prototypes d'inventions et leurs composantes. Cette tâche laborieuse se compliquait davantage dans la présentation de perspectives tridimensionnelles. Ainsi, à la fin des années 1950, Roger-P. Langlois conçut un appareil facilitant la tâche du dessinateur au moment d'exécuter de telles figures⁴⁰. Visiblement intéressé par ce problème, Bernier obtint le même résultat grâce à un appareil de dessin qu'il nomma Graphax. Les appareils de Langlois et de Bernier produisent des perspectives appelées axonométriques ou orthographiques, parce que légèrement corrigées par rapport à la perspective perçue naturellement par les yeux.

En 1961, les agents de brevets de Bernier déposèrent une demande au Patent Office à Washington pour un «Axonometric Drafting Instrument»⁴¹. Deux ans après la demande, l'examineur américain accorda, sans formuler d'objections, un brevet d'invention pour le Graphax⁴². Une fois le brevet américain obtenu, les agents de Bernier présentèrent une demande au Canada pour une version différente de l'instrument⁴³. Bien que le Graphax ait été techniquement modifié, ils défendirent les mêmes revendications contenues dans la demande américaine. Ce fut, du moins, la raison pour laquelle l'examineur canadien rejeta la demande⁴⁴. Les agents durent alors revoir toute l'argumentation et soumettre une

nouvelle demande au nom de leur client⁴⁵. Or Bernier tarda considérablement, aux yeux de ses agents, à donner suite à cette affaire. En effet, ces derniers, payés pour protéger les marques déposées et les produits brevetés de leurs clients, lui rappelèrent que tout contretemps pourrait s'avérer préjudiciable. À la veille de l'expiration des délais légaux, ils furent soulagés de voir leur client rouvrir le dossier pour obtenir finalement de l'examineur canadien le brevet tant convoité⁴⁶.

Le changement d'attitude de Bernier par rapport à la nécessité de s'assurer tous les droits de propriété légale sur le Graphax fut motivé par l'accueil que lui réserva l'industrie. Dans les faits, la parution d'articles dans Design Engineering et Graphic Science (l'un sur la version I du Graphax, brevetée aux États-Unis, l'autre sur la version II, brevetée au Canada) éveilla la curiosité de plusieurs lecteurs qui lui réclamèrent des informations additionnelles⁴⁷. Si on se fie à l'abondante correspondance que Bernier entretenait sur le sujet, ce furent, entre autres, les ingénieurs de la Cincinnati Milling and Manufacturing, les responsables de la production chez Goodyear Aerospace et les professeurs à l'Illinois Institute of Technology qui furent les plus intéressés à se procurer le Graphax. Plusieurs d'entre eux questionnèrent le professeur de l'EPM quant à ses intentions commerciales. Surpris par la demande, Bernier s'avisa de se lancer lui-même en affaire. Il confia d'ailleurs à un ingénieur: «These instruments [Graphax I et Graphax II] are not commercially produced, but I intend to do so as a consequence of the wide interest indicated by yourself and many others.⁴⁸»

En 1964, le directeur du LEA fonda la compagnie Bermont-Électromécanique dans le but unique de commercialiser le Graphax. Ainsi, il organisa une infrastructure de production dans un immeuble commercial situé dans le parc industriel Mont-Royal, à quelques kilomètres à peine de l'EPM. À cet endroit, il conçut les plans d'usinage de l'instrument et de ses composantes. Il mit par la suite sur papier un concept de mise en marché (publicité, prix de vente, facturation, manuel d'instruction, etc.). Les coûts reliés au démarrage de l'entreprise furent puisés à même les finances personnelles de Bernier⁴⁹. Après quelques années, le professeur-entrepreneur dut concéder que les objectifs de sa jeune compagnie étaient trop ambitieux. Le plan d'affaires prévoyait la vente de 1 350 Graphax sur une base annuelle pour le marché international. Dans les faits, la demande se traduisit par la vente de quelques exemplaires.

Après trois ans d'efforts, alors que la Bermont-Électromécanique ne produisait pas les résultats escomptés, un représentant de la compagnie américaine Minnesota Milling and Manufacturing (3M) entra en contact avec le professeur de l'EPM⁵⁰. Il redonna espoir à ce dernier en lui offrant d'évaluer le marché du Graphax aux installations de sa compagnie à Saint-Paul, au Minnesota. Bernier s'empessa d'accepter favorablement l'offre et améliora le design de l'instrument avant de l'expédier⁵¹. L'évaluation revint quelques mois plus tard. Le représentant de 3M dressa alors un constat sévère quant au potentiel commercial du Graphax. «It is our opinion, écrit-il, that the demand for axonometric drawings produced from orthographic views is very limited and we have decided not to pursue the matter any further.⁵²» Dans les mois qui suivirent l'évaluation négative, Bernier rencontra en vain d'autres représentants de compagnies. Cependant, Bernier mit en veilleuse ses ambitions

d'entrepreneur avec la Bermont-Électromécanique pour se concentrer plus sérieusement sur une invention prometteuse à ses yeux.

Le Berfax

Dès 1955, Bernier s'attachait à inventer et à perfectionner une machine de reproduction d'images en grand format. Le fonctionnement de l'appareil repose sur l'emploi d'un oscilloscope cathodique qui balaye une diapositive photographique afin de produire un signal électrique variable grâce à une cellule photoélectrique placée derrière. Le signal amplifié actionne un mécanisme scripteur, lequel dépose une fine couche d'encre sur une feuille couchée sur un tambour. L'équipe du LEA travailla à la réalisation de trois prototypes de cet appareil, dont deux permettant l'impression en quadrichromie. Le directeur du LEA s'attendait à ce que le Berfax révolutionne les techniques de reproduction graphiques. En 1965, il jugea les progrès assez satisfaisants pour entreprendre une demande de brevet d'invention⁵³. Or, après avoir identifié les brevets qui risquaient d'entrer en interférence avec la demande⁵⁴, les agents de Bernier durent entièrement revoir l'argumentation juridique. En effet, ils la firent reposer, non sur le mécanisme d'impression au complet, mais sur une de ses caractéristiques, «le mécanisme imprimeur avec guillotine mobile qui contrôle la quantité d'encre sur la roue imprimante⁵⁵».

Pendant qu'il négociait avec ses agents de brevet une stratégie pour se faire reconnaître l'invention du Berfax, le directeur du LEA se tourna vers la Corporation de l'EPM afin de se gagner un appui financier. Il éprouvait en effet de la difficulté à supporter seul la démarche juridique. Dans la proposition qu'il soumit à l'EPM en 1966, il avança une raison pour que l'université l'appuie. «En plus de leur valeur commerciale possible, écrit-il, ces brevets comportent une valeur publicitaire incontestable pour leur auteur et pour l'institution car ils constituent une sorte de certificat d'originalité (comme un bon "claim" en mines!)⁵⁶» Toutefois, il reconnaissait lui-même n'avoir pas fait montre d'un esprit d'entreprise très développé par le passé avec ses inventions. Il proposa néanmoins à l'EPM de partager moitié-moitié les bénéfices engendrés par les droits sur d'éventuelles licences d'exploitation du Berfax. Pour des raisons inconnues, l'appui financier de l'EPM ne viendra jamais.

En plus de l'appui financier, il demanda à l'EPM de l'aider à organiser un «coup de publicité» avec le Berfax, ce qui mettrait en valeur le rôle de l'institution auprès des entreprises⁵⁷. Sensibles à cette demande, les dirigeants de l'EPM donnèrent leur aval à l'organisation de l'événement. Le 16 janvier 1966, huit quotidiens, quatre chaînes de télévision et une agence de presse assurèrent la couverture médiatique de la conférence de presse⁵⁸. Cet événement permit d'assurer la reconnaissance du directeur du LEA auprès des milieux d'affaires⁵⁹. Attirés en fait par les promesses du procédé de reproduction, des entrepreneurs, des organismes d'État et des entreprises entrèrent en contact avec le professeur de l'EPM. Ainsi un ingénieur lui écrivit pour lui demander: «Je ne sais si c'est votre intention de vendre, louer, ou manufacturer ces appareils, cependant, si vous décidez de former une entreprise locale, il me ferait plaisir d'en devenir actionnaire.⁶⁰» De plus, la Canadian Car and Bus Advertising lui soumit une proposition d'affaires, la World-Wide

Patent Investment Corporation voulut qu'il prît connaissance de l'offre qu'elle lui soumettait et un courtier d'assurance lui offrit d'investir «quelques centaines de dollars»⁶¹. Le directeur du LEA ne manquait pas de financement pour la commercialisation du Berfax. Or, malgré la demande pour l'appareil et les offres d'affaires, il n'avait «cependant pas encore songé à exploiter [lui]-même ce procédé commercialement.⁶²»

Quelques mois après la conférence, les agents de brevets préparèrent une demande de brevet pour le Berfax et la firent parvenir à l'examineur du Patent Office à Washington⁶³. La réponse de l'examineur posa un obstacle sérieux à la poursuite des démarches. En effet, elle citait quinze brevets précédemment accordés qui entraient en interférence avec la demande de Bernier⁶⁴. Les objections étaient considérables au niveau de l'originalité du fonctionnement de l'appareil, particulièrement en ce qui concerne la caractéristique sur laquelle avaient parié les agents. Par exemple, le mécanisme scripteur s'apparentait à plusieurs autres inventions semblables développées dans le domaine de l'imprimerie. Autre exemple, le principe de déplacement du mécanisme scripteur sur un axe synchronisé à un tambour récepteur avait été développé pour des appareils de télétransmission d'images et de données par télégraphe dans les années 1930 et 1940. Les agents de Bernier ne pensaient pas pouvoir construire une défense qui renverserait la décision de l'examineur. Les négociations juridiques autour d'une invention constituent une étape qui peut arrêter le processus de transfert de technologies.

Bernier choisit de contourner les obstacles juridiques en modifiant le fonctionnement technique du Berfax. En effet, pendant trois ans, il laissa dans l'expectative ses agents de brevet et s'attacha à améliorer le fonctionnement technique du Berfax. Les modifications furent assez considérables sur plusieurs points, assez en fait pour qu'il y ait lieu de parler du Berfax II: amélioration du mécanisme de synchronisation, développement de l'impression couleur par modification du mécanisme scripteur et ajout de fibres optiques pour la décomposition des diapositives⁶⁵. En 1968, l'équipe du LEA n'était toujours pas prête à aller de l'avant avec la commercialisation du Berfax. «Our process, écrit Bernier, is not yet in commercial application because we want to devote all our time to its final technical development.⁶⁶» La stratégie de Bernier retarda donc considérablement le processus de transfert de techniques vers une nouvelle compagnie spécialement créée pour en faire la commercialisation.

En 1970, convaincu d'avoir apporté des modifications suffisantes au Berfax, Bernier entama une seconde demande de brevet. Toutefois, une surprise de taille l'attendait. Ses agents de brevet lui signalèrent dans une lettre que: «There is no doubt that your publication of a paper on Berfax in October 1966 issue of the periodical "l'Ingénieur" has had disastrous results insofar as your right to secure patent protection on the whole of the invention as disclosed therein is concerned.⁶⁷» En effet, Bernier avait commis l'erreur tactique de publier dans une revue les détails du Berfax avant même de s'être assuré de l'avoir protégé légalement⁶⁸. Dans le système de brevet américain, dès que les détails d'une invention sont publiés cette dernière tombe automatiquement dans le domaine public et aucun particulier ne peut en réclamer la propriété privée. Comme solution de rechange, les agents lui suggérèrent de faire breveter l'une des améliorations apportées depuis au Berfax.

Néanmoins, après quinze ans de travail avec une équipe de collaborateurs et de techniciens au LEA, Bernier venait de rater l'occasion de garantir ses droits sur l'invention.

Peu après, James Keane s'associa à Bernier pour fabriquer et vendre le Berfax sur le marché de la reprographie⁶⁹. Après la conférence de presse de 1966, Keane fut l'un de ceux qui soumirent une proposition d'affaires⁷⁰. Mais, quatre ans s'écoulèrent avant que Bernier, qui avait pris sa retraite de l'EPM et de la direction du LEA, reprenne contact avec Keane pour conclure une entente préliminaire⁷¹. Après des études en génie électrique et mécanique au Kevins College en Irlande, Keane avait reçu une formation de gestionnaire au London County College of Commerce en Angleterre. Arrivé à Montréal, il travailla pour la compagnie Aviation Electric, une filiale de la Bendix Corporation. En plus d'être familier des questions scientifiques et techniques, il disposait d'une expérience de l'industrie qui allait être mise à profit dans le cadre de la Berfax Corporation.

En 1974, la situation évolua rapidement et, en moins de six mois, Bernier fit partie d'une entreprise ambitieuse, la Berfax Corporation. En effet, Bernier et Keane recrutèrent deux nouveaux associés en vue de conquérir le marché américain. Le premier était Robert L. Slater, détenteur d'une formation en physique, en droit et en électronique à l'Université de Chicago. Au moment de se joindre à la Berfax Corporation, Slater possédait une longue expérience juridique dans le droit des affaires, puisqu'il avait conseillé plusieurs grandes compagnies dans le domaine de la photoreproduction. Cet associé représentait un atout important dans la gestion de certains dossiers de la Berfax Corporation, dont le financement et la question du brevet d'invention. Le second s'appelait Walter Haggerty. Il avait été directeur commercial et responsable des ventes de plusieurs compagnies. Les deux nouveaux partenaires apportèrent donc une expérience non négligeable du monde des affaires à la nouvelle entreprise.

La Berfax Corporation était une société d'actionnaires légalement enregistrée au Delaware, mais dont le siège social se situait sur Wall Street, au cœur de la ville de New York⁷². Les principaux actionnaires de la société la dirigeaient. Slater occupait la fonction de président et de directeur exécutif. Haggerty assumait le poste de directeur commercial de la Berfax Service Corporation, filiale de la compagnie mère qui se chargeait de fournir des produits d'appoints au fonctionnement du Berfax. Keane était vice-président général. Bernier, quant à lui, occupait le poste spécial de vice-président délégué à l'ingénierie. Les actionnaires de la société capitalisèrent près de 35 000 \$ US et obtinrent 166 000 \$ US en prêts de la New York Bank. La Berfax Corporation avait son pendant canadien, la Berfax Ltée, enregistrée au Québec. Keane dirigeait cette filiale qui intégrait légalement le travail de Bernier à Montréal dans la structure de la Berfax Corporation. Les gouvernements du Québec et du Canada financèrent la Berfax Ltée avec 630 000 \$ CAN de subvention. La compagnie s'était donc dotée d'assises financières assez solides pour faire face aux coûts considérables que représentait le démarrage de la production de masse du Berfax.

La Berfax Corporation entendait devenir un nouvel acteur dans le marché de la reproduction, qui regroupait les industries lithographiques, photographiques (Kodak) et xérographiques (Xerox et 3M). Le plan d'affaire de la société prévoyait un développement en deux phases. Durant la phase I, de 1974 à 1975, une dizaine d'appareils allaient être construits par Berfax Ltée, vendus à la Berfax Corporation, puis testés à New York. Dans la

phase II, des installations de production spécialement aménagées dans un parc industriel de Montréal entreraient en activité. Le Berfax serait produit à grande échelle, ce qui nécessiterait l'embauche de personnel supplémentaire (comptable, secrétaire, ingénieurs, ouvriers, techniciens). Par la suite, le Berfax serait distribué progressivement à Washington, Chicago, Atlanta, etc. Ainsi, les associés espéraient-ils faire passer, entre 1975 et 1979, la production annuelle de Berfax de 10 à 360 et le chiffre d'affaires de 500 000 \$ US à 10 000 000 \$ US.

La phase II ne fut jamais réalisée. En 1975, des sommes avaient été amassées pour le financement. La Berfax Corporation poursuivait ses activités depuis New York, à la recherche de clients, pendant que Bernier travaillait encore, malgré ses 70 ans, sur le Berfax à Montréal. Il disposait d'un budget de recherche qui lui permettait d'engager des techniciens et de se procurer du matériel. Il commença la production des premiers prototypes qui furent lancés sur le marché. Des négociations étaient en cours pour aménager une usine dans un parc industriel près de Montréal. Mais les dirigeants de la société n'arrivaient pas à contourner l'obstacle juridique relié au brevet d'invention sur le Berfax afin d'entreprendre la phase II de leur plan d'affaires. Cette lacune constituait un risque majeur sur un marché déjà dominé par de grandes sociétés qui possédaient pleinement l'expérience des techniques de reproduction, pratiquaient des stratégies agressives d'acquisition de brevets, commercialisaient une gamme complète d'appareils, disposaient d'infrastructures considérables de recherche et de développement. D'ailleurs, comment les dirigeants de la Berfax Corporation auraient-ils pu vendre des licences d'exploitations à des franchisés, comme le prévoyait le plan d'affaires, pour une invention dont ils n'avaient même pas la propriété légale? En dehors des risques inhérents à toute nouvelle entreprise, peut de facteurs mis à part l'absence de brevet d'invention peuvent expliquer complètement le démantèlement de la Berfax Corporation. La pénétration du marché par les systèmes de reproduction concurrents compte probablement parmi les autres causes. À la fin des années 1970, la Berfax Corporation fut démantelée.

Conclusion

Dans cet article, j'ai montré comment un laboratoire universitaire s'intégra à une dynamique économique par ses relations avec des entreprises. Pour ce faire, j'ai analysé les transferts de techniques, qui m'apparaissaient révélateurs de la forme de ces relations. Le problème que j'ai formulé demandait d'identifier les facteurs qui expliquent l'évolution du processus de transferts de techniques d'un laboratoire universitaire, le Laboratoire d'électronique appliquée de l'École Polytechnique de Montréal, vers des entreprises, dont la Canadian Patent and Development, la Bermont-Électromécanique et la Berfax Corporation. Cinq facteurs clefs peuvent être dégagés de cette étude.

Tout d'abord, les structures institutionnelles prévues par l'université permettent d'apprécier le cadre dans lequel les transferts de techniques se déroulent. L'EPM encouragea ses professeurs à se pencher sur les problèmes des industries dès la fin de la Seconde Guerre mondiale. Le Centre de recherches, mit sur pied pour gérer la collaboration avec les industries et les agences gouvernementales sous forme de recherche contractuelle,

n'exerça cependant pas la fonction de commercialisation des brevets d'invention comme le firent des structures comparables dans d'autres universités. De plus, la liberté institutionnelle dont jouissait le LEA réduisit d'autant la sensibilité de son directeur aux signes du marché. Ce contexte institutionnel explique pourquoi Bernier dut se tourner vers des partenaires extérieurs à l'université.

Les négociations du laboratoire avec des partenaires constituent en conséquence un deuxième facteur. Afin de commercialiser ses inventions, le directeur du LEA dut négocier des ententes avec des entreprises ou des hommes d'affaires. On note tout de suite l'hétérogénéité des partenaires commerciaux avec lesquels Bernier tissa des liens. En effet, des investisseurs particuliers, des hommes d'affaires, de petites et de moyennes entreprises, ainsi que de grandes multinationales s'intéressèrent de près au Lectron, au Graphax et au Berfax. Cette hétérogénéité se retrouve également à d'autres niveaux. Pensons notamment aux relations avec les agents de brevets et les administrateurs de l'EPM, les journalistes et les ingénieurs. Les relations d'intérêts entre Bernier et ses partenaires influencèrent l'évolution de la collaboration.

Les motivations économiques du professeur, un troisième facteur, expliquent peut-être davantage pourquoi le processus de transfert démarre, s'arrête ou bifurque. J'ai noté que l'esprit d'entreprise de Bernier jouait un rôle important dans le démarrage d'une démarche de commercialisation. Il est clair par exemple que ce fut la demande extérieure qui incita Bernier à s'occuper lui-même du Graphax avec la Bermont-Électromécanique. Dans le cas de la Berfax Corporation, ce sont des partenaires extérieurs qui l'engagèrent dans une telle démarche. Dans tous les cas, ce fut par des contacts personnels, souvent initiés par des canaux de communication (conférences et publications spécialisées ou non), que Bernier tâta le pouls de l'industrie pour ses produits. Cette situation rappelle la distinction classique entre invention et innovation, où il existe une différence entre concevoir un nouveau produit et décider de le rendre disponible sur le marché.

Le quatrième facteur qui explique le dénouement des transferts de techniques n'est pas spécifique du milieu universitaire. Il s'agit des démarches juridiques pour l'obtention d'un brevet d'invention. Puisque les institutions d'enseignement supérieures sont rarement dotées d'infrastructures commerciales, elles adoptent souvent la stratégie de vendre les droits sur des brevets par le biais de licences d'exploitation. Dans le cas de Bernier, la licence d'exploitation avait plutôt été envisagée comme stratégie commerciale, dans la phase II du plan d'affaire de la Berfax Corporation par exemple. En fait, le brevet d'invention représentait un enjeu important aux yeux de Bernier. Plusieurs décisions techniques, juridiques et économiques furent prises en considération de ce facteur. Elles eurent un impact évident sur l'accomplissement du transfert de techniques.

Finalement, il faut noter le démarrage de compagnies autour de nouvelles techniques. Cette pratique demeure une alternative profitable pour les professeurs, surtout lorsque l'université ne dispose pas de structure de transferts. Ce type de compagnie donne lieu parfois à une croissance rapide, produit de la rente d'un marché mono- ou oligopolistique où il faut investir dans la recherche et développement pour le pénétrer. Comme nous l'avons vu, la Bermont-Électromécanique et la Berfax Corporation étaient des compagnies organisées autour d'un produit développé dans un laboratoire universitaire. Bernier avait

parié sur elles pour accomplir la commercialisation de deux de ses inventions. Sans ces entreprises, le processus de transferts de techniques n'aurait probablement jamais été engagé.

- * L'auteur remercie Robert Gagnon, Jean-Louis Trudel et André Leblanc pour leurs commentaires critiques. Les résultats préliminaires de cette étude ont fait l'objet d'une communication lors du Colloque Ontario-Québec en histoire et en sociopolitique des sciences et de la technologie (Montréal, novembre 1998). Elle a été rendue possible grâce aux programmes d'aide financière du Fonds pour la Formation de chercheurs et l'aide à la recherche du Québec (FCAR) et du Conseil de recherche en sciences humaines du Canada (CRSH).
- ¹ Deux théories circulent à l'heure actuelle pour expliquer les relations entre les universités et les industries. La première est celle du nouveau mode de production des connaissances. Voir Michael Gibbons, Camille Limoges, Helga Nowotny et al., The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Society, London, Sage, 1994. La seconde est la théorie de la triple hélice. Voir H. Etzkowitz et L. Lydesdorff, ed., Universities and the Global Knowledge Economy, London, Pinter, 1997. Or ces deux théories font l'objet de critiques sérieuses qui nous incitent à ne pas en tenir compte ici. Lire Terry Shinn, «Change or Mutation? Reflexions on the Foundations of Contemporary Science», Social Science Information, XXVIII, 1, 1999, p. 149-176, pour une revue récente des critiques qui leur ont été adressées.
- ² Terry Shinn, «The Impact of Research and Education on Industry: A Comparative Analysis of the Relationship of Education and Research Systems to Industrial Progress in Six Countries», Industry & Higher Education, octobre 1998, p. 270-288.
- ³ Wolfgang König, Technikwissenschaften. Die Entstehung der Elektrotechnik aus Industrie und Wissenschaft zwischen 1880 und 1914, Berlin, G+B Verlag Fakultas, 1995.
- ⁴ John W. Servos, «Engineers, Businessmen, and the Academy : The Beginnings of Sponsored Research at the University of Michigan », Technology and Culture, XXXVII, 4, 1996, p. 721-762. Voir du même auteur «Changing Partners: The Mellon Institute, Private Industry, and the Federal Patron», Technology and Culture, XXXV, 2, 1994, p. 221-257, et «The Industrial Relations of Science: Chemical Engineering at MIT, 1900-193», Isis, LXXI, 259, 1980, p. 531-549
- ⁵ Rima D. Apple, «Patenting University Research: Harry Steenbock and the Wisconsin Alumni Research Foundation», Isis, LXX, 1989, p. 375-394. Sur la question des brevets d'invention, voir Charles Weiner, «Patenting and Academic Research: Historical Case Studies», Science, Technology & Human Values, XII, 1, 1987, p. 50-62. Pour une analyse du rôle d'une autres fondation, lire David Morton, «Armour Research Foundation and the Wire Recorder: How Academic Entrepreneurs Fail», Technology and Culture, XXXIX, 2, 1998, p. 213-244.

- ⁶ W. Bernard Carlson, «Academic Entrepreneurship and Engineering Education: Dugald C. Jackson and the MIT-GE Cooperative Engineering Course, 1907-1932», Technology and Culture, XXIX, 4, 1988, p. 536-567.
- ⁷ Katherine D. Watson, «The Chemist as Expert: The Consulting Career of sir William Ramsay», Ambix, XLII, 3, 1995, p. 143-159. Pour d'autres cas de professeurs consultants, voir Michael Sanderson, «The Professor as Industrial Consultant: Oliver Arnold and the British Steel Industry, 1900-1914», Economic History Review, XXI, 1978, p. 585-600, et Timothy D. Moy, «Emil Fischer as "Chemical Mediator": Science, Industry, and Government in World War One», Ambix, XXXVI, 3, 1989, p. 109-120.
- ⁸ Voir sur le sujet Alistair M. Bret, David V. Gibson et Raymond W. Smilor (dir.), University Spin-off Companies. Economic Development, Faculty Entrepreneurs, and Technology, Savage, Rowland et Littelfield, 1991.
- ⁹ Jean-Charles Bernier, «La recherche en génie», Poly, XI, 5, 1964, p. 4.
- ¹⁰ Pensons à l'analyse de quatre universités de recherches américaines par Gary W. Matkin, Technology Transfer and the University, New York, Free Press, 1990.
- ¹¹ Pour une critique de l'emploi de cette dichotomie chez les historiens de la technologie, lire Gaeme Gooday, «Re-Writing the 'Book of Blots': Critical Reflexions on Histories of Technological 'Failure'», History and Technology, XIV, 1998, p. 265-291.
- ¹² Robert Gagnon, Histoire de l'École Polytechnique de Montréal. La montée des ingénieurs francophones, 1873-1990, Montréal, Boréal, 1991, p. 275-305. Pour une vue d'ensemble de l'enseignement des sciences et du génie au Québec à cette période, consultez Luc Chartrand, Raymond Duchesne et Yves Gingras, Histoire des sciences au Québec, Montréal, Boréal, 1987, p. 239-272.
- ¹³ A. Circé, L'activité de Polytechnique en 1942-1943, Montréal, 1943, p. 8, Archives de l'EPM (AEPM).
- ¹⁴ Pour une explication de cette différence, lire Yves Gingras et Robert Gagnon, «Engineering Education and Research in Montreal: Social Constraints and Opportunities», Minerva, XXVI, 1, 1988, p. 53-65.
- ¹⁵ Donald H. Avery, The Science of War. Canadian Scientists and Allied Technology During the Second World War, Toronto, University of Toronto Press, 1998. Duchesne et al., *op. cit.*, p. 408-417.
- ¹⁶ EPM, Centre de recherches, Montréal, 1947, AEPM, p. iii.
- ¹⁷ Ibid., p. 1.
- ¹⁸ J.-C. Bernier, Rapport général du Centre de recherches depuis sa fondation, Montréal, 1953, AEPM.
- ¹⁹ Parmi les agences gouvernementales, le LEA entra en contact avec le Defense Research Board, un organisme subventionnaire militaire très important pour le développement de

- la recherche au Canada après la Seconde Guerre mondiale. D. J. Goodspeed, DRB. A History of the Defense Research Board of Canada, Ottawa, Imprimeur de la reine, 1958.
- ²⁰ R. Gagnon, *op. cit.*, p. 395-423.
- ²¹ Robert Gagnon et Jean-François Auger, «L'invention en milieu universitaire: les recherches sur la télévision à Polytechnique dans les années 1930», Scientia canadensis, XIX, 48, 1995, p. 65.
- ²² John Peter Collet, «The History of Electronics: From Vacuum Tubes to Transistors», in John Krige et Dominique Pestre (ed.), Science in the Twentieth Century, Amsterdam, Harwood, 1997, p. 254-260.
- ²³ Entrevues avec Renato Bosisio, Louis Courville et Jules O'Shea, Montréal, août 1997.
- ²⁴ David A. Hounshell et John Kenly Smith, Science and Corporate Strategy. Du Pont R&D, 1902-1980, Cambridge, Cambridge University Press, 1988, et Leonard Reich, The Making of American Industrial Research. Science and Business at G.E. and Bell, 1876-1926, Cambridge, Cambridge University Press, 1985.
- ²⁵ J.-C. Bernier au Secrétaire général de la CPD, 2 octobre 1958, AEPM.
- ²⁶ Wilfrid Eggleston, National Research in Canada. The NRC, 1916-1966, Toronto, Clarke Irwin, 1978, p. 287.
- ²⁷ F. R. Charles à J.-C. Bernier, 15 octobre 1958, AEPM.
- ²⁸ J.-C. Bernier à F.R. Charles, 23 octobre 1958, AEPM.
- ²⁹ F. R. Charles à J.-C. Bernier, 20 septembre 1960, AEPM.
- ³⁰ Note manuscrite de J.-C. Bernier, «Nos raisons», 3 novembre 1960, AEPM.
- ³¹ Voir par exemple Sheila Slaughter et Larry L. Leslie, Academic Capitalism: Politics, Policies, and the Entrepreneurial University, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1997, p. 186-193.
- ³² J.-C. Bernier, «A New Electronic Tube, the LECTRON», Institute of Radio Engineers Symposium on Communications, Montréal, 4 novembre 1960, AEPM.
- ³³ Demande de brevet d'invention des États-Unis, no. 71576, 25 novembre 1960.
- ³⁴ R. A. Correa à J.-C. Bernier, 27 décembre 1960, AEPM.
- ³⁵ L'esprit d'entreprise constitue une caractéristique fondamentale des inventeurs. Voir à ce sujet Thomas P. Huges, Elmer Sperry. Inventor and Engineer, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1971, p. xv et 63, et du même auteur, American Genesis. A Century of Invention and Technological Enthusiasm, 1870-1970, New York, Penguin, 1989, p. 20-95.
- ³⁶ F. C. Bumb à J.-C. Bernier, 11 janvier 1961, AEPM.
- ³⁷ J.-C. Bernier à F. C. Bumb, 17 janvier 1961, AEPM.

- ³⁸ Note manuscrite de J.-C. Bernier, 23 octobre 1965, AEPM.
- ³⁹ J.-M. Robic à J.-C. Bernier, 29 novembre 1961, AEPM. J.-M. Robic à J.-C. Bernier, 23 janvier et 20 février 1962, AEPM.
- ⁴⁰ Entrevue avec R.-P. Langlois, Montréal, février 1996.
- ⁴¹ Demande de brevet d'invention des États-Unis, no. 104562, 2 avril 1961. R. A. Robic à J.-C. Bernier, 8 mai 1961, AEPM.
- ⁴² J.-C. Bernier, «Axonometric Drafting Instrument», brevet d'invention des États-Unis, no. 3070894, demandé le 2 avril 1961, obtenu le 1^{er} janvier 1963. R. A. Robic à J.-C. Bernier, 4 janvier 1963, AEPM.
- ⁴³ Demande de brevet d'invention du Canada, no. 865551, 29 décembre 1962.
- ⁴⁴ J.-M. Robic à J.-C. Bernier, 10 mars 1964, AEPM.
- ⁴⁵ R. A. Robic à J.-C. Bernier, 8 juillet 1964, AEPM.
- ⁴⁶ J.-C. Bernier à J.-M. Robic, 17 juillet 1964, AEPM. J.-C. Bernier, «Axonometric Drafting Instrument», brevet d'invention du Canada, no. 706096, demandé le 29 décembre 1962, obtenu le 23 mars 1965.
- ⁴⁷ J.-C. Bernier, «A New Axonometric Drawing System», Design Engineering, mai 1963, et «A New Axonometric Drafting Instrument», Graphic Science, V, 2, février 1963.
- ⁴⁸ J.-C. Bernier à A. H. Taylor, 14 avril 1964, AEPM.
- ⁴⁹ Notes manuscrites et dactylographiées de J.-C. Bernier, s.d., AEPM.
- ⁵⁰ W. L. Peterson à J.-C. Bernier, 27 décembre 1967, AEPM.
- ⁵¹ J.-C. Bernier à W. L. Peterson, 2 mars 1967, AEPM.
- ⁵² W. L. Peterson à J.-C. Bernier, 9 août 1967, AEPM.
- ⁵³ J.-C. Bernier, «Reproduction of Image», demande de brevet d'invention préparée par Robic et Bastien, 1965, AEPM.
- ⁵⁴ J.-M. Robic à J.-C. Bernier, 22 janvier 1965, AEPM.
- ⁵⁵ R.-A. Robic à J.-C. Bernier, 18 janvier 1966, AEPM.
- ⁵⁶ J.-C. Bernier à la Corporation de l'École Polytechnique, «Brevets», 19 janvier 1966, AEPM.
- ⁵⁷ J.-C. Bernier à P.-E. Riverin, «Publicité», 19 janvier 1966, AEPM.
- ⁵⁸ J.-C. Bernier, Présents à la conférence de presse, 16 juin 1966, AEPM.
- ⁵⁹ Le Montréal-Matin, 15 juin 1966, le Métro-Express, 17 juin 1966, La Presse, 18 juin 1966, et le Nouveau Samedi, 25 juin 1966, titrent en première page le Graphax avec l'épithète d'invention «révolutionnaire». Marc Boucher, «Une autre invention: le

Berfax», Cadres, juin 1966, p. 6, écrit un article élogieux dans une revue destinée au monde des affaires.

- ⁶⁰ P. Thibault à J.-C. Bernier, 14 juin 1966, AEPM.
- ⁶¹ W. D. Ardell à J.-C. Bernier, 26 septembre 1966, AEPM. R. Tremblay à J.-C. Bernier, 15 juin 1966, AEPM. M. Piché à J.-C. Bernier, 17 juin 1966, AEPM.
- ⁶² J.-C. Bernier à M. Piché, 21 novembre 1966, AEPM.
- ⁶³ Demande de brevet d'invention des États-Unis, no. 592411, 7 novembre 1966.
- ⁶⁴ Examineur du Patent Office des États-Unis à R. A. Robic, 7 novembre 1966, AEPM.
- ⁶⁵ Entrevue avec J.-G. Dechesnes, Montréal, août 1997.
- ⁶⁶ J.-C. Bernier à H. Adams, 5 janvier 1968, AEPM.
- ⁶⁷ J.-M. Robic à J.-C. Bernier, 20 novembre 1970, p. 1, AEPM.
- ⁶⁸ J.-C. Bernier, «Berfax... Un nouveau procédé», L'Ingénieur, LII, 213, 1966, p. 26-34.
- ⁶⁹ Y. Marcoux à J.-C. Bernier, 20 juin 1966, AEPM.
- ⁷⁰ J. Keane, Berfax: A Business Proposition, 1966, AEPM.
- ⁷¹ J.-C. Bernier et J. Keane, Agreement, 15 février 1970, AEPM.
- ⁷² Berfax Corporation: Confidential Memorandum, 12 septembre 1974, AEPM.