

## 6

### L'université au service de l'industrie La vente de services de laboratoire en génie au Canada, 1895-1939

Jean-François Auger

Tous les historiens qui, intéressés par la période moderne, étudient les transformations et les mutations de l'université viennent à s'interroger sur le rôle de l'industrie. Il est bien connu que les universités commencent à former des ingénieurs spécialisés dans les nouveaux secteurs industriels apparus à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle<sup>1</sup>. À ce jour, les historiens ont montré que l'enseignement du génie évoluait pour épouser les changements technologiques et que les ingénieurs diplômés embrassaient de nouvelles carrières sur le marché du travail. Or, dans une histoire de l'université moderne, le problème central ne se limite pas à déterminer la relation entre la formation en génie et le développement de l'économie<sup>2</sup>. Il s'agit aussi de comprendre comment les universités répondaient, sinon en tout, du moins en partie, aux besoins de recherche des entreprises privées dans un contexte marqué par la montée de la recherche industrielle.

À ce propos, il semble tout indiqué de traiter de la vente de services de laboratoire, qui se définit comme le fait que des clients paient les universités pour des tests, des analyses ou des recherches. Des études

1. G. AHLSTRÖM, *Engineers and Industrial Growth: Higher Technical Education and the Engineering Profession During the Nineteenth and Early Twentieth Centuries: France, Germany, Sweden, and England*, Londres, 1982; R. FOX et A. GUAGNINI, (dir.), *Education, Technology, and Industrial Performance, 1850-1939*, Cambridge, 1993; R. R. LOCKE, *The End of the Practical Man: Entrepreneurship and Higher Education in Germany, France, and Great Britain, 1880-1940*, Greenwich, 1984.
2. Le résultat global des études montre que l'impact de la formation en génie était négligeable sur l'économie. T. SHINN, « The Impact of Research and Education on Industry: A Comparative Analysis of the Relationship of Education and Research Systems on Industrial Progress in Six Countries », *Industry and Higher Education*, 12, 5 (1998), p. 270-289.

antérieures ont révélé l'existence de laboratoires universitaires qui maintenaient des activités à valeur commerciale en chimie, en biomédecine et en ingénierie<sup>3</sup>. Il s'agira ici d'analyser le cas de cinq laboratoires de génie situés à l'École polytechnique de Montréal et aux universités McGill et de Toronto. Ces laboratoires ont tous offert, à un moment donné ou à un autre de leur histoire, des services payants aux entreprises privées. Précisons que l'introduction de l'enseignement expérimental des sciences et du génie rendit possible l'avènement de ce service. En effet, les universités aménagèrent des laboratoires au cours de la seconde révolution industrielle (1880-1920) et les équipèrent de machines, d'instruments et d'objets provenant de la science et de l'industrie<sup>4</sup>. Il était dès lors possible d'accomplir certaines tâches industrielles à l'université.

On se rendra rapidement compte que les laboratoires universitaires remplissaient leurs carnets de commande de tests de matériaux, d'essais de machine ou de calibrage d'instruments de mesure. Rien n'était plus routinier pour l'industrie. Les entreprises faisaient appel aux services de bureaux d'ingénieurs ou de laboratoires privés, auxquels elles confiaient les tâches de contrôle, de régulation et d'amélioration de la production. En outre, les gouvernements cherchaient à augmenter les capacités de production nationale en soutenant le développement technologique de secteurs stratégiques de l'économie. Ainsi, en offrant des services de laboratoire, les universités occupaient une part du marché de l'assistance technologique et complétaient les autres types de services. Elles gagnaient alors de petits montants d'argent qui, dans la majorité des cas, étaient réinvestis dans l'achat de matériel de laboratoire. Des documents produits par cette activité – des factures de laboratoire, des articles de périodiques spécialisés, de la correspondance et des rapports annuels – permettent de montrer comment les laboratoires servaient d'interface entre l'université et l'industrie.

3. J.P. HULL, «From the FPL to PAPRICAN: Science and the Pulp and Paper Industry», *History of Science and Technology in Canada Bulletin*, 7, 3 (1983), p. 3-13; P. MALISSARD, «Les "Start Up" de jadis: la production de vaccins au Canada», *Sociologie et société*, 32, 1 (2000), p. 193-106; J.-F. AUGER, «La commercialisation des produits de la recherche en génie au Laboratoire d'électronique appliquée de l'École polytechnique de Montréal, 1937-1975», *Histoire, économie et société*, 20, 1 (2001), p. 105-122.
4. On lira sur le sujet, la synthèse de R. FOX et A. GUAGNINI, «Laboratories, Workshops, and Sites: Concepts and Practices of Research in Industrial Europe, 1800-1914», *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 29, 1-2 (1998-1999), p. 55-139, 193-294. Sur la seconde révolution industrielle, voir F. CARON, *Les deux révolutions industrielles du xx<sup>e</sup> siècle*, Paris, 1997, p. 39-149; I.M. DRUMMOND, *Progress Without Planning: The Economic History of Ontario from Confederation to the Second World War*, Toronto, 1987, p. 103-133.

### Tester les propriétés physiques des matériaux

Au cours des années 1890, l'Université McGill érigea plusieurs bâtiments destinés à l'enseignement des sciences et du génie à l'aide des dons du magnat du tabac William Macdonald<sup>5</sup>. Henry Taylor Bovey, doyen de la Faculty of Applied Science et professeur de génie civil, réussit à obtenir des dons pour équiper les laboratoires en mobilisant ses réseaux de relations professionnelles dans l'industrie. Ainsi les nouveaux laboratoires purent-ils être équipés de machines, d'appareils et d'instruments divers<sup>6</sup>. Ses collègues se rappelaient que grâce à lui: «*the University has been enriched by a constant stream of valuable donations, in machinery, instruments and material*»<sup>7</sup>. Les professeurs en génie de l'université pouvaient ainsi faire usage de technologies industrielles.

Aussitôt le laboratoire de génie mécanique établi, Bovey commença à soumettre des matériaux de construction à des essais mécaniques de résistance, d'élasticité et de durabilité<sup>8</sup>. Après des études à l'université de Cambridge, il avait travaillé pour la compagnie anglaise Mersey Docks and Harbour Works de Liverpool. Engagé par l'Université McGill en 1878, le professeur commença à s'intéresser à la résistance mécanique de matériaux sous la présence de contraintes physiques<sup>9</sup>. Des entreprises connaissaient de réputation son expertise et lui soumettaient régulièrement des problèmes sur la résistance de ciments, de billes de bois ou de tout autre matériau de construction. Bovey utilisait notamment la machine Wicksteed. De plus, il prenait des mesures précises de la déformation des matériaux à l'aide d'extensomètres, de cathétomètres et de plusieurs types de jauges. Enfin, il évaluait les propriétés de matériaux employés dans la construction de bâtiments, de chemins de fer et d'infrastructures publiques. Par exemple, il testa la flexion des billes de sapin de Douglas, de pin rouge et de pin blanc soumises à des contraintes mécaniques transversales dans une étude en commandite de la Canadian Pacific Railway<sup>10</sup>.

5. Sur l'histoire de l'Université McGill, voir S. BRICE FROST, *For the Advancement of Learning*, Montréal, 1980.
6. Voir le tableau des dons: McGill University, «Endowments and Subscriptions for the Faculty of Applied Science», *Annual Calendar for McGill College and University*, Montréal, 1904, p. 357-363.
7. *Minutes of the Faculty of Applied Science*, 5 (9 mars 1908), p. 149, Archives de l'Université McGill (AUM), Faculty of Engineering, 35/1/1.
8. H.T. BOVEY, «Results of Tests of White Pine of Large Scanting», *Transactions of the Canadian Society of Civil Engineers*, 7 (1893), p. 135-139.
9. Voir son traité sur le sujet: *Theory of Structures and Strength of Materials*, New York, 1893.
10. *Id.*, «The Strength of Canadian Douglas Fir, Red Pine, White Pine and Spruce», *Transactions of the Canadian Society of Civil Engineers*, 9 (1895), p. 69-222.

À partir de 1895, Bovey commença à tester la résistance de mortiers et de ciments dans un laboratoire spécialement aménagé à cette fin. Il actionnait des machines de tension sur du ciment durci, mesurait la densité des grains de silice à l'aide d'un voluménomètre, gâchait le ciment en variant les ingrédients. Il passait ainsi, selon le rapport annuel de l'université, un grand nombre de « *commercial testing* »<sup>11</sup>. Aucun autre passage ne permet de préciser le sens de cette expression; mais on dispose de documents qui, sans être nombreux, corroborent tout de même le fait que le laboratoire rendait service à des entreprises privées. Une lettre expose une méthode par laquelle le laboratoire valida la résistance du ciment Portland de la compagnie Ideal Concrete de Saint-Gabriel<sup>12</sup>. Et un étudiant de quatrième année, W. B. Anderson, rapporta dans un article le résultat d'une série d'expériences pour le compte de la Saint Lawrence Portland Cement de Montréal<sup>13</sup>.

L'un des tout premiers mémoires de maîtrise en génie de l'Université McGill s'inscrivait dans le prolongement de recherches qu'avait demandées une compagnie privée. Lorsque P. A. Peterson, l'ingénieur en chef de la compagnie Canadian Pacific Railway, découvrait un segment de rail défectueux, il l'apportait à Bovey afin qu'une série de tests mécaniques sur la machine Emery révèle les causes du problème. Ayant observé le professeur, Howard Ketchum Dutcher, inscrit à la maîtrise en génie civil, approfondit la question de la dureté des barres d'acier<sup>14</sup>. Au cours de l'année universitaire 1905-1906, il nota les données produites par une série de tests en variant la pression exercée par le poinçon de la machine et le taux de carbone contenu dans les barres d'acier. La compagnie Nova Scotia Steel, principal fournisseur des compagnies ferroviaires, avait gracieusement donné les barres d'acier. Dutcher exposa ses résultats finaux devant les membres de la Canadian Society of Civil Engineers, composée notamment d'ingénieurs à l'emploi des compagnies de chemin de fer qui, dans le cadre de leur travail, devaient contrôler la qualité des rails pour construire les voies ferrées<sup>15</sup>.

11. *Id.*, « Report of Faculty of Applied Science », McGill University, *Annual Report of the Governors, Principal and Fellows of McGill University*, Montréal, 1895, p. 31.
12. Testing Laboratory (5 novembre 1897), AUM, RG 35 Faculty of Engineering, 35/2/27.
13. W.B. ANDERSON, « The Compressive Strength of Concrete », *Transactions of the Canadian Society of Civil Engineers*, 13 (1899), p. 119-123.
14. H.K. DUTCHER, *An Investigation on the Value of the Indentation Test for Steel Rail*, Montréal, Université McGill, mémoire de maîtrise en génie, 1906.
15. *Id.*, « An Investigation on the Value of the Indentation Test for Steel Rails », *Transactions of the Canadian Society of Civil Engineers*, 21, 1 (1907), p. 47-63.

Richard John Durley, directeur du Département de génie mécanique, réalisa également des tests pour des entreprises privées. Il s'intéressait à la cinématique des machines industrielles, un sujet qu'il traita dans un volumineux manuel d'enseignement<sup>16</sup>. Le professeur consignait sa correspondance journalière dans un grand livre de copie de lettres, et faisait état des essais qu'il réalisait en laboratoire. Par exemple, la Canadian Fairbanks, manufacturière de moteurs tout usage, lui demanda, en 1910, de réaliser une série de tests de trente minutes sur un moteur à essence qu'elle manufacturerait et de lui rapporter précisément la consommation moyenne et la puissance de frein<sup>17</sup>. Le rapport servit à établir la performance du moteur. Lors de la négociation d'un autre contrat, Durley était prêt à réaliser des tests mécaniques sur des huiles à lubrification de la compagnie McClary, un manufacturier d'appareils ménagers. Dans une lettre, il faisait remarquer au client que: « *It is very difficult to say what the cost of tests would be without knowing exactly the information you need* »<sup>18</sup>. À cette date, 1910, les services de tests en laboratoire étaient devenus très certainement payants.

Aucun autre document ne nous permet toutefois de déterminer ni le volume des tests ni le montant des frais facturés aux entreprises. Une liasse de bons de commande laisse penser qu'une procédure d'administration routinière des contrats avait été établie au laboratoire de génie mécanique à partir de 1931<sup>19</sup>. S'il n'existe pas de bons de commande antérieurs à cette date, cela s'explique sans doute par le peu d'intérêt que représentent ces documents: il s'agit de lettres à en-tête sur lesquelles étaient inscrites, en plus des coordonnées du client, de courtes spécifications concernant les opérations techniques à réaliser en laboratoire. Entre autres exemples de travaux, le laboratoire avait testé des tuyaux d'acier pour la Consolidated Pipe, des ressorts pour la Canadian Car and Foundry, des cordes en coton pour Ayers et des câbles d'acier pour la Dominion Wire Rope. Les rapports comparaient les résultats des tests aux normes établies par l'American Society for Testing and Materials, une association américaine faisant autorité dans l'établissement de normes industrielles. Enfin, la valeur des tests, variable selon le type d'essai, se chiffrait en dizaines de dollars.

16. R.J. DURLEY, *Kinematics of Machines*, New York, 1907.
17. *Id.* à Mr. Drinkwater, 619 (30 juin 1910), AUM, RG 35 Faculty of Engineering, Letterbook Department of Mechanical Engineering, 1909-1911, 35/32/1053.
18. *Id.* à J.M. GUNN, 656 (27 juillet 1910), AUM, RG 35 Faculty of Engineering, Letterbook Department of Mechanical Engineering, 1909-1911, 35/32/1053.
19. Testing Department, AUM, RG 35 Faculty of Engineering, Testing Lab Reports, 35/14/1 et 2.

### Normaliser et calibrer des appareils électriques

À l'instar du laboratoire de génie mécanique, le laboratoire de génie électrique de l'Université McGill recevait régulièrement des dons d'équipement de la part de compagnies telles que Westinghouse, General Electric ou Thompson-Houston. Dès lors, le professeur de génie électrique Richard B. Owens, diplômé de l'université Columbia, pouvait s'attaquer à des problèmes caractéristiques de l'équipement qui meublait son laboratoire. En 1895, il développa une nouvelle technique de mesure électrique et l'appliqua à l'évaluation du rendement de transformateurs industriels; il étudia également les moteurs électriques de tramway de la General Electric<sup>20</sup>. Aucuns frais n'étaient facturés par le laboratoire aux entreprises privées qui offraient gracieusement de l'équipement. En retour d'un don, elles espéraient sans doute obtenir, non seulement de l'information spécialisée produite par le laboratoire, mais encore la possibilité d'engager des ingénieurs électriciens formés sur leurs propres appareils. Les choses changèrent lors de la création d'une section de normalisation et de calibrage d'instruments.

Fortement dépendante de la science, l'industrie électrique utilisait les instruments et les unités de mesure de la physique, dont elle se servait notamment dans l'application de normes de production qui facilitaient l'harmonisation des appareils et des réseaux de distribution électrique. Or, la prise de mesures précises se faisait à l'aide d'instruments calibrés par une instance réputée et, à l'exception des laboratoires universitaires et gouvernementaux, peu de laboratoires pouvaient offrir ce service au début du xx<sup>e</sup> siècle. Par exemple, les laboratoires de la Hydro-Electric Power Commission of Ontario établissaient des normes industrielles et assuraient la calibration des instruments de mesure des compagnies d'électricité<sup>21</sup>. Le laboratoire de génie électrique de l'Université McGill, placé sous la direction du professeur Louis Anthyme Herdt en 1909, allait commencer à offrir ce type de services à l'industrie électrique.

Herdt possédait un réseau de clients et une réputation établie sur les questions relatives aux normes de l'industrie électrique. Formé à la maîtrise sous la direction d'Owens, il avait poursuivi des études lors d'un bref séjour à l'École supérieure d'électricité de Paris et d'un plus long à l'Institut Montefiore de Liège, deux établissements réputés en génie

20. McGill University, *Annual Calendar of McGill College and University, Montréal, session 1896-97*, Montréal, 1896, p. 107-108.

21. «Engineering Laboratories of the Hydroelectric Power Commission of Ontario», *Canadian Engineer*, 28 (1915), p. 622-624. J.P. HULL, «A Gigantic Engineering Organization»: Ontario Hydro and Technical Standards for Canadian Industry, 1917-1958», *Ontario History*, 43, 2 (2001), p. 179-200.

électrique<sup>22</sup>. Il travailla ensuite pour la compagnie Thompson-Houston dans des usines de fabrication de matériel électrique. Revenu à Montréal au début du siècle, il se bâtit progressivement une clientèle en tant que professeur-consultant tout en travaillant comme démonstrateur au Département de génie électrique. Il conseillait de grandes villes canadiennes sur les systèmes de transport par tramway et des producteurs d'électricité sur des projets hydroélectriques. Enfin, il participa aux travaux du Comité international de normalisation électrique et conçut un diagramme servant au calcul du courant électrique sur les lignes de transmission<sup>23</sup>.

En 1912, le bulletin de l'Association des diplômés de la Faculty of Applied Science rapportait que: «*The Electrical Standardizing Laboratory carried out some important commercial testing. The revenue obtained was considerable, and was applied to the buying of new apparatus for the laboratory*<sup>24</sup>.» Bien qu'il n'existe aucune source permettant de quantifier la valeur financière des tests commerciaux, la liste d'équipements achetés avec les revenus tirés de la vente du service en donne une certaine idée: deux tubes cathodiques de type Braun, un appareil de tests de l'huile de type Westinghouse, un thermogalvanomètre de type Cambridge, deux pompes à vide, deux baromètres, deux hygromètres et six condensateurs à soufflets. L'année suivante, le rapport annuel rapporta à nouveau que de l'équipement avait été acheté, «*about one half of the expense being defrayed by the proceeds of work in the Standardizing Laboratory*<sup>25</sup>». Ainsi la vente de services de normalisation et de calibrage d'appareils permit-elle de financer une partie de l'équipement de laboratoire, sans jamais représenter une source importante de bénéfices.

L'appât du gain n'était pas la motivation principale. En effet, en traitant les problèmes particuliers des entreprises privées, Herdt demeurait au courant de l'évolution de l'industrie électrique et avait plusieurs occasions de mettre en valeur ses compétences. A. S. Runciman, un ingénieur de la Shawinigan Water and Power, et lui étudièrent une manière de réduire les chocs acoustiques produits par les combinés téléphoniques; ils trouvèrent une solution qu'ils exposèrent lors d'un congrès de la National

22. «Makers of Electrical Canada: Louis A. Herdt – The Practical Theorist», *Canadian Electrical News*, 19, 10 (1910), p. 26. R. GAGNON, «Herdt, Louis Anthyme», *Dictionnaire biographique du Canada* (à paraître).

23. L.A. HERDT, *Chart for Calculation of Transmission Lines*, New York, 1909.

24. Faculty of Applied Science, *Graduate's Bulletin*, 8 (1912), p. 10.

25. Il s'agissait cette fois d'un photomètre, d'un oscillographe à répulsion, d'un démarreur automatique, d'un voltmètre, de deux wattmètres, de quarante petits condensateurs, de six rhéostats et d'une unité de contrôle électrique. McGill University, *Annual Report of McGill University for the Year 1913-1914*, Montréal, 1914, p. 39.

Electric Light Association of America. Plusieurs autres entreprises privées commandèrent des recherches au laboratoire. La Beauharnois Light, Heat & Power voulait un modèle mathématique décrivant le phénomène d'interférence magnétique entre les lignes de distribution électrique et les fils de transmission téléphonique, un problème caractéristique du partage des réseaux de distribution des services publics. Une étude visait à élucider les caractéristiques mécaniques des isolateurs manufacturés par la compagnie Brookfield. Un instrument d'enregistrement du courant électrique intéressait la Canadian Electro Products. La Shawinigan Water and Power recevait les résultats d'analyses comparées des caractéristiques des isolateurs à suspension.

Calibrer et tester des ampèremètres, des voltmètres, des wattmètres, étudier les pertes et l'efficacité de machines électriques, établir le ratio du potentiel des transformateurs, mesurer la puissance d'unités d'éclairage avec des appareils photométriques... Voilà un aperçu des services offerts par le laboratoire à partir de 1920, sous la direction du professeur George Arthur Wallace<sup>26</sup>. Si le laboratoire rendait service aux entreprises privées, il ne permettait toutefois pas qu'elles apposent le nom de l'Université McGill ni sur les produits ni dans les publicités commerciales. Bien des compagnies auraient ainsi aimé assurer la qualité et la réputation de leurs produits. Mais jamais, comme les laboratoires privés de certification, le laboratoire universitaire ne fit commerce de son autorité scientifique et technique. Toutefois, le laboratoire demeurait une référence incontournable, puisque venaient y faire calibrer leurs instruments de nombreuses compagnies de production et de distribution de l'électricité et des manufacturiers d'équipement électrique. Deux entreprises importantes, la Shawinigan Water and Power et la Beauharnois Power Development, justifiaient à elles seules l'existence du laboratoire.

Le laboratoire aurait pu être en situation de conflit d'intérêts avec les laboratoires privés de certification, qui rendaient des services similaires et dont le nombre avait considérablement augmenté depuis le début du xx<sup>e</sup> siècle<sup>27</sup>. Wallace, toutefois, se gardait bien de placer son laboratoire en situation de concurrence directe. À ce titre, le directeur du laboratoire

26. *Industrial Researches Conducted in the Laboratories of the Electrical Engineering Department, McGill University*, document dactylographié, s.d., AUM, GR35 Faculty of Engineering, 35/12/51, Industrial Research (Electrical Engineering). McGill University, *Annual Report of the Corporation, 1932-33*, Montréal, 1933, p. 70.

27. Sur la question des conflits d'intérêts dans le milieu universitaire, on consultera Y. GINGRAS, P. MALISSARD et J.-F. AUGER, «Les conditions d'émergence des "conflits d'intérêts" dans le champ universitaire», *Éthique publique*, 2, 2 (2000), p. 126-137.

écrivait: «it should be stated that it has never been the policy of the electrical standardizing laboratory to compete with commercial testing firms, but rather to supplement their work by performing tests that they are not equipped to carry out, and by providing authoritative tests where such tests are required<sup>28</sup>». Cette mise en garde établissait une frontière. D'un côté, l'université souhaitait combler les lacunes des laboratoires de certification, sans empiéter sur leur marché; et de l'autre, elle se présentait comme une autorité compétente qui, parce qu'elle n'était pas inféodée à des intérêts privés, était capable, en arbitre et juge, de trancher des questions controversées. Ainsi Wallace neutralisait-il les critiques des laboratoires de certification privés, les plus susceptibles de s'en prendre aux services de laboratoire des universités.

### Étudier les méthodes de traitement des minerais

Inauguré en 1897, le laboratoire de génie minier de l'Université McGill s'apparentait à une petite exploitation minière<sup>29</sup>. Il détenait un équipement caractéristique de ce secteur industriel et abritait un atelier de préparation mécanique d'une capacité de traitement de dix tonnes de minerais par jour. Tandis que les exploitations minières se spécialisaient dans le traitement d'un seul type de minerai, le laboratoire de l'université, pour des raisons liées à l'enseignement du génie, était adapté au traitement de l'or, de l'argent, du fer, du charbon... Il s'approvisionnait auprès de compagnies minières et ferroviaires qui acheminaient des sacs de minerais des quatre coins du Dominion. À partir de là, il était possible d'étudier les procédés mécaniques de broyage, de concassage, de réduction et de tri sur des machines spéciales. Quelques échantillons de minerais ainsi obtenus étaient destinés aux laboratoires de métallurgie et de chimie, où ils servaient à des expériences de fusion dans les fourneaux ou à des réactions chimiques dans les creusets. Des prospecteurs miniers considéraient souvent le laboratoire de génie minier pour une installation établie sur un pied commercial, comme si le fait de posséder de l'équipement industriel suffisait à lui conférer cette fonction. Ils envoyaient régulièrement des échantillons minéralogiques extraits des gisements septentrionaux du bouclier canadien; mais le laboratoire universitaire les détournait dès leur réception vers des laboratoires commerciaux

28. G.A. WALLACE, «Research and Testing in the Department of Electrical Engineering», *McGill News*, 19, 1 (1937), p. 19-49, cit. p. 49.

29. «Chemical and Metallurgical Departments of McGill University», *Canadian Engineer*, 6, 2 (1898), p. 41-43. «The Mining and Chemistry Building of McGill University», *Engineering and Mining Journal*, 66 (1898), p. 760.

spécialisés dans la détermination minéralogique<sup>30</sup>. À Montréal, Milton Lewis Hersey et James Thomas Donald, diplômés de l'Université McGill en chimie appliquée, possédaient chacun des laboratoires privés à partir desquels ils évaluaient la valeur potentielle de gisements d'où avaient été extraits les minerais<sup>31</sup>. Dans les grandes villes minières, les prospecteurs pouvaient également retenir les services d'ingénieurs, de chimistes et de géologues. Il était hors de question, toutefois, que le laboratoire de génie minier offrît des services de détermination minéralogique.

Le directeur du laboratoire, le professeur John Bonsall Porter, ne souhaitait pas s'astreindre au travail routinier de détermination et préférait s'attaquer à des problèmes plus importants de l'industrie minière. Il avait obtenu, en 1886, un doctorat de l'université Columbia et avait travaillé pour des compagnies ferroviaires et minières. Titulaire, dix ans plus tard, de la chaire de génie minier à l'Université McGill, il participa à la conception des nouveaux bâtiments destinés à l'enseignement du génie et recommanda l'installation de machines de taille réelle de l'industrie minière<sup>32</sup>. Dans l'annuaire de l'université en 1897, il écrivait: «*It is not the purpose of the University to use these laboratories for commercial work, although they are large enough for such service*<sup>33</sup>.» S'il entendait par cela qu'il ne souhaitait pas vendre des services, il n'excluait pas, bien au contraire, de se pencher sur des problèmes caractéristiques de l'industrie minière. En 1901, dans les pages de la *Canadian Mining Review*, il se disait prêt à considérer les problèmes qu'on lui soumettrait et à s'y intéresser dans la mesure des moyens mis à sa disposition<sup>34</sup>. Ainsi, depuis 1906 jusqu'à

30. La contribution à la découverte du gisement de cobalt en Ontario échappa ainsi au laboratoire. «Historical Sketch of Cobalt», *The Ontario Meeting of American Institute of Mining Engineers and Their Tour Through the Districts of Cobalt, Sudbury and Moose Mountain*, Toronto, 1907, p. 35-72.
31. D.J. RICHARDSON, *Reminiscences of a Pioneer Canadian Chemical Engineer, 1890-1952*, Montréal, 1989. «Men of Canadian Chemical Industry: Dr. Milton L. Hersey», *Canadian Chemistry and Metallurgy*, 12 (1928), p. 19. C. S. WARRINGTON et R. V. V. NICHOLLS, *A History of Chemistry in Canada*, Toronto, 1949, p. 389-392.
32. Alumnus, «The New Mining Laboratory at McGill», *Canadian Mining Review*, 18, 1 (1899), p. 12. J.B. PORTER, «The New Mining Laboratory», *Canadian Mining Review*, 18, 2 (1899), p. 55.
33. McGill University, *Annual Calendar of McGill College and University*, Montréal, 1897, p. 133.
34. J.B. PORTER, «Notes on Some Work Recently done in the Mining Laboratories at McGill University», *Canadian Mining Review*, 20, 10 (1901), p. 250-252.

1912, il dirigea un vaste projet de recherche multidisciplinaire qui portait sur la valeur économique des charbons de bois canadiens et que finançait le ministère des Mines du gouvernement fédéral<sup>35</sup>.

Une indication claire de la vente de services de laboratoire n'apparaissait pas avant 1924 dans le rapport annuel de l'Université McGill. Porter y notait cette année-là que: «*Certain interesting and valuable ore dressing tests were also made by the Departmental staff for commercial interests in accordance with arrangements whereby students were enabled to observe the work and the sums paid for the tests were expended on equipment*<sup>36</sup>.» Lorsque Porter parlait d'arrangements avec les entreprises privées, il faisait sans doute allusion à une formule très en vogue à cette époque, les bourses de recherche industrielles: dans le cadre des études supérieures, un étudiant travaillait à résoudre le problème d'une entreprise privée qui finançait le salaire et les coûts de l'expérience confiée à l'étudiant – en échange des résultats et, selon les cas, d'un droit de regard sur le contenu d'une publication ou des droits sur un brevet d'invention. Même si elles ne furent jamais conçues comme une activité lucrative de laquelle le laboratoire tirait des profits substantiels, ces ententes suffisaient apparemment à défrayer une partie des coûts de l'équipement de laboratoire, dont il est ici très difficile d'évaluer l'importance, si ce n'est de dire qu'il s'agissait d'une ressource s'ajoutant au financement ordinaire de l'université et aux dons d'équipements par des entreprises minières.

La formation à la maîtrise faisait désormais partie des activités du laboratoire et, puisque cette formation était fortement ancrée dans la pratique, les professeurs valorisaient le fait de diriger un étudiant travaillant sur des problèmes posés par des entreprises privées. Entre autres exemples, Roland Edward Legg travailla sur les techniques de concentration par gravité et de flottaison de l'or pour la mine Hollinger et, au terme de ses études, il trouva un emploi à la Sydney Mines de Nouvelle-Écosse. Carl Raymond Whittimore étudia, pour une compagnie montréalaise, la production d'oxyde de titane libéré du fer à partir de l'ilménite et du minerai de fer; il déposa des brevets d'invention avec deux autres de ses collègues sur la nouvelle méthode qu'ils avaient mise au point<sup>37</sup>.

35. Id. et R.J. DURLEY (dir.), *An Investigation of the Coals of Canada with Reference to Their Economic Qualities: As Conducted at McGill University, Montréal, Under the Authority of the Dominion Government*, 1, Ottawa, 1912. J.B. PORTER, «The Special Research Work of the Mining Department of McGill University», *Canadian Mining Journal*, 33, 13 (1912), p. 437-439.
36. Id., «Department of Mining and Metallurgy», *Annual Report of the Governors and Fellows of McGill University*, Montréal, 1924, p. 195.
37. C.R. WHITTIMORE, *The Production of Pure Titanium Oxide from Ilmenite*, Montréal, Université McGill, mémoire de maîtrise, 1924. Id., J. IRWIN et R. H. MONK,

Au milieu des années 1930, plusieurs étudiants diplômés de l'Université McGill étaient recrutés par des entreprises minières et préféraient un travail rémunéré aux études doctorales<sup>38</sup>.

Professeurs et étudiants des cycles supérieurs entreprenaient des recherches, à la fois théoriques et appliquées, sur les procédés de concentration des minerais tels que la flottaison et la cyanuration: La technique de flottaison des particules de cuivre intéressait particulièrement la mine Eustis, l'exploitation de cuivre la plus importante du Québec. Après avoir broyé finement des minerais, le cuivre était concentré dans le laboratoire à l'aide d'une solution d'eau et de réactifs chimiques qui, agités par la turbulence d'air sous pression, facilitaient la séparation. Au terme des travaux, le professeur Willi Erlenborn déposa un brevet d'invention sur l'amélioration des commandes d'une machine à flottaison<sup>39</sup>. La concentration de l'or se réalisait, quant à elle, à l'aide du cyanure de sodium, qui possède la propriété de s'amalgamer à l'or pour former un composé chimique complexe, qu'il est ensuite facile de séparer par précipitation avec de la poudre de zinc. La mine Hollinger, dont les opérations avaient débuté en Ontario en 1910, paya des recherches visant à comparer les procédés de flottaison et de cyanuration dans la concentration de l'or.

La contrainte de non-divulgaration des résultats des recherches faisait partie des pratiques habituelles du laboratoire. En 1934, le nouveau directeur du laboratoire, W. B. McBride, déclarait dans *McGill News*: «*Some investigations have been carried on in co-operation with mining companies who supplied the ore and were furnished with reports, but as these were more or less of a confidential nature they were not published.*» Il ajoutait plus loin: «*If we can turn out men with sound training in methods of research and a knowledge of the technical problems of the mining industry, publications are of secondary importance*»<sup>40</sup>. Dans ses échanges avec des entreprises privées, le directeur du laboratoire devait faire certains compromis pour obtenir des ressources financières et matérielles qui contribuaient à la formation d'étudiants aux cycles supérieurs et qui permettaient de demeurer au courant des questions les plus actuelles de l'industrie minière. Ainsi les résultats de recherches en commandite par des entreprises privées leur revenaient-ils

«Production d'oxyde de titane», brevet du Canada, 258871 (9 mars 1926). J. IRWIN, R.H. MONK et C.R. WHITTEMORE, «Traitement du minerai titaniifère», brevet du Canada, 258872 (9 mars 1926).

38. Université McGill, *Annual Report of the Corporation, 1934-35*, Montréal, 1935, p. 64.
39. W. ERLBORN, «Commande de machine à flottaison», brevet d'invention du Canada, 275379 (15 novembre 1927).
40. W.B. MCBRIDE, «Research in the Department of Mining Engineering», *McGill News*, 15, 4 (1934), p. 12-14, cit. p. 14.

de plein droit. De plus, le respect d'une clause de confidentialité évitait de courir le risque de voir l'information tomber entre les mains de concurrents, dans la mesure où ils pourraient faire l'objet d'une diffusion auprès d'autres ingénieurs miniers. Il ne semble pas que le droit de propriété privée de l'information scientifique et technique ait été perçu négativement; dans ces échanges de services, autant l'université que l'industrie y trouvaient leur compte.

### Soutenir l'assistance technologique du gouvernement

Contrairement à son homologue de l'Université McGill, le laboratoire de génie minier de l'École polytechnique de Montréal s'était engagé dans la vente de services de détermination minéralogique. L'initiative avait été prise par le ministère de la Colonisation, des Mines et des Pêcheries du Québec qui voulait soutenir le développement technologique de l'industrie minière. L'ingénieur Joseph Obalski, directeur du bureau des Mines au ministère, confia le service aux laboratoires de Milton Lewis Hersey en 1897<sup>41</sup>. Or, en raison d'une forte augmentation de sa clientèle, Hersey n'était plus en mesure de s'acquitter de sa tâche au nom du gouvernement provincial<sup>42</sup>. Le bureau des Mines devait donc conclure, en 1910, une entente avec un nouveau laboratoire. Aussi approcha-t-il le directeur du laboratoire de génie minier de l'École polytechnique, le professeur Émile Dulieux, pour lui exposer la situation<sup>43</sup>.

Quand Dulieux rapporta la proposition que lui avait faite le bureau des Mines, la corporation de l'École polytechnique dut examiner une situation qui ne s'était jamais présentée auparavant. Certes, plusieurs membres du corps professoral, engagés à temps partiel, employaient une part de leur temps aux affaires d'un bureau d'ingénieur-conseil, une pratique acceptée dans cet établissement d'enseignement supérieur qui, à cause du financement public limité, ne pouvait pas offrir de conditions salariales avantageuses<sup>44</sup>. Diplômé de l'École polytechnique et de l'École nationale supérieure des Mines de Paris, Dulieux avait d'ailleurs été engagé avec «la plus entière liberté pour voyager, faire des affaires,

41. Département des Terres, Mines et Pêcheries, *Opérations minières dans la province de Québec pour l'année 1901*, Québec, 1901, p. 38-39.
42. Ministère de la Colonisation, des Mines et des Pêcheries, *Rapport des opérations minières dans la province de Québec durant l'année 1910*, Québec, 1911, p. 7-8.
43. Procès-verbaux de la Corporation (5 décembre 1910), p. 249-250, Archives de l'École polytechnique de Montréal (AEPM), 100-300-12.
44. Sur la situation de l'École polytechnique à cette période, voir R. GAGNON, *Histoire de l'École polytechnique de Montréal: la montée des ingénieurs francophones*, Montréal, 1991.

user de [son] laboratoire pour telle ou telle analyse qui [lui] seraient confiées<sup>45</sup>». Jusque-là, la situation ne posait pas de problème, puisque la consultation se déroulait sur une base ponctuelle. Or la proposition du ministère des Mines prévoyait l'utilisation régulière d'un laboratoire à des fins commerciales. Un arrangement fut trouvé : tandis que le ministère des Mines s'engageait à couvrir les frais d'exploitation du laboratoire, les clients payeraient, selon une grille tarifaire, les analyses minéralogiques et les essais qu'ils commanderaient au laboratoire.

Les revenus engendrés par la vente d'un service d'analyse posaient le problème inédit de leur répartition équitable entre les parties. Au lieu d'édicter un règlement spécifique au laboratoire de génie minier, la corporation de l'École décida, en 1911, de placer l'ensemble des activités commerciales des laboratoires sous la juridiction d'un seul règlement. Au cours d'une réunion, elle autorisa les laboratoires « à fournir des analyses et des essais industriels d'après un tarif élaboré par le chef des départements et adopté par la Corporation<sup>46</sup> ». Le laboratoire devait exiger, comme dans le cadre de toute opération commerciale contractuelle, le paiement de la totalité du montant du contrat exigé avant d'entreprendre le travail. De ce montant, l'École prélevait vingt pour cent, destinés à l'entretien du laboratoire, et le professeur qui avait réalisé le travail touchait, lui, quatre-vingt pour cent<sup>47</sup>. La première politique de gestion de vente de services de laboratoire de cet établissement venait d'être adoptée.

L'École polytechnique et le ministère des Mines signèrent une entente pour l'instauration d'un service de détermination minéralogique au Laboratoire des mines<sup>48</sup>. Les prospecteurs miniers devaient ensacher des échantillons représentatifs de leur concession et les acheminer jusqu'à Montréal par le service postal ferroviaire. Au laboratoire de génie minier, Calixte Bousquet, ancien essayeur de la monnaie de Paris, procédait aux analyses et retournait le résultat aux clients sous la supervision de Dulieux. Une analyse d'échantillon coûtait 1\$, et la production d'un rapport de détermination minéralogique, 25 c. Dans les rapports annuels présentés au gouvernement du Québec, l'École compila les revenus et les dépenses du laboratoire depuis 1911 jusqu'à 1924; elle incluait dans les revenus la vente de services aux prospecteurs et la subvention versée par

45. Ernest Marceau à Émile Dulieux (9 juillet 1907), AEP, 329-300-11, Émile Dulieux.

46. Procès-verbaux de la Corporation (3 janvier 1911), p. 251-253, AEP, 100-300-12.

47. Procès-verbaux de la Corporation (6 mars 1911), p. 255, AEP, 100-300-12.

48. «A New Provincial Government Chemical Laboratory in Montréal», *Canadian Mining Journal*, 32, 16 (1911), p. 515-516.

le ministère des Mines (tableau 1). En bref, le laboratoire avait une activité économique de faible envergure, dont le budget s'équilibrait assez entre les revenus et les dépenses.

Tableau 1  
Revenus et dépenses du laboratoire provincial d'analyse  
des mines de l'École polytechnique de Montréal, 1911-1924

Années	Revenus	Dépenses
1911-1912	877,93\$	1 148,11\$
1912-1913	2 485,37\$	1 660,67\$
1913-1914	1 268,93\$	1 316,91\$
1914-1915	1 546,40\$	1 132,56\$
1915-1916	2 314,78\$	1 870,96\$
1916-1917	1 601,32\$	1 618,85\$
1917-1918	1 200,00\$	1 461,46\$
1918-1919	438,78\$	n.d.
1919-1920	426,05\$	n.d.
1920-1921	798,63\$	n.d.
1921-1922	1 281,23\$	n.d.
1922-1923	3 223,93\$	n.d.
1923-1924	2 842,09\$	n.d.

Source: «Rapport sur l'École polytechnique de Montréal», *Rapport du surintendant de l'Instruction publique de la province de Québec*, Québec, 1911-1924.

L'École polytechnique de Montréal nomma un nouveau directeur de laboratoire quand Dulieux, engagé par une compagnie minière de New York, démissionna de son poste en 1919. Elle porta son choix sur un autre professeur, Adhémar Mailhot, qui dut alors abandonner la préparation d'une thèse de doctorat à Paris sur les formations géologiques de la province<sup>49</sup>. Dans un document justifiant la candidature du professeur, on exposa toute une réflexion sur les rôles du directeur de laboratoire en rapport avec la valeur de son expertise pour l'industrie minière. Chacun de ces rôles – minéralogiste, exploitant des mines, métallurgiste, géologue – était personifié par des idéaux-types. Il s'agissait de toutes les aptitudes, habiletés et savoir-faire que le nouveau directeur du laboratoire se devait de posséder pour résoudre des problèmes éminemment pratiques. Voici, en guise d'exemple, la présentation abrégée de l'un de ces idéaux-types: «Le professeur de géologie appliquée qui se tient au courant du cours des métaux, des prix du marché, et de la statistique de la production, pourra,

49. Procès-verbaux de la Corporation (1 avril 1919), p. 336, AEP, 100-300-12.



au besoin, renseigner le prospecteur sur la valeur probable de sa mine, et sur les conditions de la vente de son minerai<sup>50</sup>.» Le rôle du directeur du laboratoire consistait donc à donner de l'information scientifique et technique à valeur économique.

Le laboratoire provincial des mines perdit de son importance quand le ministère des Mines établit un réseau de laboratoires régionaux d'analyse en 1926<sup>51</sup>. Maurice Archambault, diplômé de génie chimique de l'École polytechnique de Montréal, installa un laboratoire de détermination à Amos en 1923. James Thomas Donald, dont les laboratoires étaient bien établis à Montréal, se dota d'une succursale près des gisements du Nord du Québec. L'un et l'autre remplirent des fonctions officielles d'analyste pour le gouvernement, entraînant du même coup une réduction des demandes acheminées à Montréal. En outre, le gouvernement, qui misait sur la valorisation des ressources naturelles pour assurer la croissance économique de la province, construisit, en 1937, de nouveaux laboratoires dans un complexe administratif à Québec. Placé sous la direction d'Archambault, le nouveau laboratoire comprenait des sections de minéralogie, de pétrographie, d'analyse quantitative, d'essais de minéraux, de tests physiques et de recherches générales<sup>52</sup>. L'intégration de l'assistance technologique se traduisit par un recours moindre aux laboratoires de l'École polytechnique de Montréal, qui cessèrent d'offrir officiellement le service de détermination minéralogique en 1954.

### S'associer pour le développement de l'aéronautique

À l'université de Toronto, le laboratoire de génie aéronautique commença à offrir des services d'essais en soufflerie à la demande des forces armées. Au cours de la Première Guerre mondiale, les aéroplanes faisaient partie intégrante, avec les aérostats durant un certain temps, de l'arsenal des armées; les missions se limitaient au début à l'observation des manœuvres

50. «Le laboratoire d'analyse du gouvernement», Archives de l'École polytechnique de Montréal, 329-300-33, A. Mailhiot.
51. Ministère de la Colonisation, des Mines et des Pêcheries, *Rapport des opérations minières dans la province de Québec*, Québec, 1926, p. 18-19.
52. M. ARCHAMBAULT, «Laboratories of Quebec Bureau of Mines: Designed and Equipped to Meet Growing Needs of Active Mining Industry Concerned with Wide Range of Metallic and Non-Metallic Industrial Products», *Canadian Chemistry and Process Industries*, 24, 9 (1940), p. 471-486. Sur l'histoire du laboratoire gouvernemental, voir C.A. OLIVIER, *Assistance technologique dans le domaine minéral au Québec depuis 1881*, Québec, 1985.

ennemies sur terre et sur mer<sup>53</sup>. Afin de s'appropriier cette nouvelle technologie, les forces armées canadiennes réalisèrent des expériences qui se révélèrent peu concluantes et qui n'aboutirent pas à un programme de recherches permanent. En outre, les forces armées relevaient du commandement britannique jusqu'à la création d'un service indépendant en 1919, et les recherches aéronautiques les plus importantes se déroulaient au Royaume-Uni. Pendant ce temps, Frederick W. Baldwin et John Alexander Douglas, deux diplômés de génie mécanique de l'université de Toronto, contrôlaient les affaires de la première compagnie aérienne du Commonwealth. Ils avaient fait l'apprentissage de l'aéronautique lors des travaux de l'Aerial Experiment Association, que finançait l'inventeur indépendant Alexander Graham Bell<sup>54</sup>. Or ils n'avaient pour client que les forces armées et durent cesser l'exploitation de leur entreprise peu rentable.

Ne disposant pas d'infrastructures et de personnel de recherche en aéronautique, les forces armées de Grande-Bretagne et des États-Unis créèrent des mécanismes de coordination de l'effort national. Les comités associés de recherche regroupaient en effet les plus hautes instances militaires, des représentants de l'industrie et des professeurs d'université dans le seul but de développer l'aéronautique. Les Britanniques formèrent un comité sur l'aéronautique en 1909 et les Américains en 1915<sup>55</sup>. Quand, au cours de la guerre, les conseils nationaux de recherche débutèrent leurs activités, ils prirent en charge le fonctionnement de ces comités et en créèrent d'autres sur des sujets d'importance stratégique. Au Canada, le Canadian Aeronaval Service (prédécesseur de l'Aviation royale du Canada) créa un comité associé de recherches aéronautiques en 1917 avec l'appui du Conseil honoraire et consultatif de recherches scientifiques et industrielles. Il sollicita la participation du laboratoire d'aérodynamique monté à l'université de Toronto par les professeurs John Hamilton Parkin et Robert William Angus<sup>56</sup>.

53. B. GREENHOUS et H.A. HALLIDAY, *L'aviation militaire canadienne, 1914-1999*, Montréal, 1999, p. 13-42.
54. R.V. BRUCE, *Alexander Graham Bell and the Conquest of Solitude*, Ithaca, 1973, p. 451-453. Sur l'histoire de l'aéronautique au Canada, voir J. R. K. MAIN, *Les voyageurs de l'air: historique de l'aviation civile au Canada, 1859-1967*, Ottawa, 1967, p. 299-312.
55. Michael H. GORN, *Expanding the Envelope: Flight Research at NACA and NASA*, Lexington, 2001, p. 22-30.
56. Sur le génie aéronautique à l'université de Toronto, voir R. WHITE, *The Skule Story: The University of Toronto Faculty of Applied Science and Engineering, 1873-2000*, Toronto, 2000, p. 121-122, 132-134, 166.

En 1919, Parkin reçut par l'intermédiaire du comité associé de recherches en aéronautique une subvention de l'Aeronaval Service<sup>57</sup>. L'une des toutes premières recherches commandées à la soufflerie consistait à découvrir les propriétés de l'aéroglesseur F3 utilisé dans les manœuvres militaires<sup>58</sup>. Quatre ans plus tard, un deuxième octroi servit à améliorer l'équipement expérimental en aménageant une soufflerie<sup>59</sup>. La soufflerie accueillait des modèles d'avions en tunnel, de manière à trouver la meilleure conception aérodynamique de la coque, des ailes et du gouvernail et à prédire les caractéristiques de contrôle et de stabilité de l'appareil. L'armée de l'air confia à Parkin le soin d'établir les caractéristiques de stabilité de l'aéroglesseur *Vedette*, un hydravion à coque, utilisé dans la surveillance du territoire canadien et la prévention des feux de forêt<sup>60</sup>. Le nouvel aéroglesseur intéressa également Beverly S. Shenstone qui, dans le cadre d'une thèse de doctorat, étudia les propriétés de sa coque. Après ses études, il occupa le poste d'ingénieur en chef de la British Overseas Airways. La soufflerie, en plus de répondre aux besoins des militaires, servait à tester des prototypes d'avions civils. La Canadian Vickers, par exemple, y faisait tester des modèles d'avions qu'elle allait mettre en production à ses usines de Montréal.

En 1928, dans un article du *Canadian Aviation*, Parkin donnait un aperçu des recherches aéronautiques qu'il avait entreprises depuis plus d'une décennie :

*Models of most of the aircrafts that have been built in Canada since the war have been tested [...] in the wind channel of the university and the development of the machines has been thereby greatly expedited since, lacking a laboratory in Canada, the tests would have had to be made in England*<sup>61</sup>.

57. J.H. PARKIN, *Aeronautical Research in Canada, 1917-1957*, vol. I, Ottawa, 1983, p. 167-315.
58. J.H. PARKIN, H.C. CRANE et S.L. GALBRAITH, «Balance Portion for the Rudder of the F3 Flying Boat», *Bulletin of the School of Engineering Research*, 2 (1921), p. 111-114.
59. C.H. MITCHELL, «Report of the Dean of the Faculty of Applied Science and Engineering», *President's Report for the year ending 30th June 1923*, Toronto, 1924, p. 22; National Research Council, *Report of the President and Financial Statement, 1924-1925*, Ottawa, 1926, p. 32.
60. «Report on Research: School of Engineering Research», *President's Report for the year ending 30th June 1927*, Toronto, 1927, p. 48; National Research Council, *Report of the President and Financial Statement, 1927-28*, Ottawa, 1929, p. 39.
61. J.H. PARKIN, «Canadian Aviation and the University of Toronto: Aerodynamic Laboratory Established Ten Years Ago Has Been Invaluable – Course Started for Undergraduates», *Canadian Aviation*, 1, 2 (1928), p. 14-15, 44, cit. p. 15.

Or, l'Aviation royale du Canada cessa de confier ses tests à l'université de Toronto; à la suite de la création des laboratoires centraux du Conseil national de recherches à Ottawa en 1929, elle disposait désormais d'installations où réaliser l'ensemble de ses tests et recherches aéronautiques. Parmi les raisons invoquées lors de la création d'une section d'aéronautique, la volonté claire de s'affranchir de la dépendance britannique, qui caractérisait le développement de l'aviation militaire dans le Dominion depuis la guerre, avait été clairement mise en exergue. Parkin démissionna de son poste de professeur, accepta de diriger une nouvelle équipe de recherche à Ottawa et construisit une nouvelle soufflerie afin de prolonger ses recherches sur la stabilité des hydravions commencées à l'université de Toronto<sup>62</sup>. Le laboratoire universitaire perdit sa prééminence dans les essais en aéronautique et concentra sa fonction sur la formation des premiers ingénieurs en aéronautique du Canada. Ainsi, la prise en charge de l'assistance technologique par le gouvernement fédéral mit un terme à l'arrangement institutionnel grâce auquel l'université de Toronto assumait la prestation d'un service de tests et de recherche pour les avionneurs et le ministère de la Défense nationale.

On devrait considérer la vente de services de laboratoire comme un indicateur fort de l'impact de l'industrie sur l'université moderne, à tout le moins en ce qui a trait aux facultés de génie. L'analyse des sources montre que la commercialisation des connaissances s'est progressivement articulée avec les missions plus classiques dévolues aux universités que sont l'enseignement et la recherche. D'autres phénomènes – la consultation industrielle, la prise de brevet d'invention, le démarrage d'entreprise, la recherche en commandite, les bourses d'études industrielles – nous renseignent également sur cette transformation importante dans l'histoire de l'université moderne. Toutefois, il se trouve que la vente de services de laboratoire a été pratiquée d'une manière beaucoup plus manifeste, régulière et courante que les autres phénomènes, la consultation exceptée. De surcroît, elle se présentait comme l'une des conditions tantôt nécessaires, tantôt suffisantes, d'activités commerciales à l'université.

Ainsi que le montre cette étude de cinq laboratoires, la vente de services de tests, d'analyse et de recherche présentait plusieurs similitudes d'un laboratoire à l'autre. Tout d'abord, elle était foncièrement routinière et donnait rarement lieu à des travaux de recherche et développement de longue haleine. En effet, les directeurs de laboratoire et leurs collaborateurs employaient leur temps à des essais de matériaux, au calibrage

62. National Research Council, *Thirteenth Annual Report of the National Research Council Containing the Report of the President and Financial Statement, 1929-1930*, Ottawa, 1931, p. 17; J.H. PARKIN, «National Research», *Canadian Aviation*, 5, 9 (1932), p. 12-15. *Id.*, *Aeronautical Research in Canada*, op. cit.

d'instruments de mesure, à la détermination minéralogique, à des tests aérodynamiques. Ensuite, les revenus tirés de la vente de services de laboratoire ne représentèrent jamais une source pécuniaire importante pour les universités. Tous les laboratoires à l'étude facturaient en grand nombre des frais de valeur nominale aux entreprises privées, et deux d'entre eux touchaient des subventions gouvernementales moins nombreuses mais de valeur supérieure. De plus, les directeurs de laboratoire, dont certains avaient fait carrière dans l'industrie avant de devenir professeur, tiraient plusieurs bénéfices en offrant des services aux entreprises privées. Ils demeuraient, en règle générale, au courant des progrès de l'industrie et maintenaient des relations cordiales avec les ingénieurs professionnels.

Au terme de cette étude, il est maintenant établi que les services de laboratoire au Canada remontent à 1895 et la vente comme telle du service à 1910. Il n'est cependant pas impossible, compte tenu de la limite de l'étude à trois établissements – l'École polytechnique de Montréal et les universités McGill et de Toronto – que d'autres universités aient commencé à offrir des services à la même époque. Au cours de la seconde révolution industrielle, une minorité d'entreprises privées possédaient des laboratoires, tandis qu'une majorité se tournait vers les services de laboratoires privés, gouvernementaux et universitaires. Dans les analyses à venir, il serait pertinent de rapprocher les laboratoires privés et universitaires, et ce, d'autant plus que ces laboratoires offraient à l'industrie des services similaires, remplissaient des responsabilités au nom du gouvernement ou se livraient concurrence. Enfin, la politique gouvernementale d'assistance technologique à l'industrie explique en partie la localisation à l'université de la vente de services de laboratoire. Il faudra donc considérer l'intégration de laboratoires aux services gouvernementaux pour comprendre la fermeture de ces services à l'université. À l'image de l'université moderne, dont l'histoire épouse les changements de structure économique, la vente de services de laboratoire connut donc plusieurs transformations et mutations au cours du xx<sup>e</sup> siècle qu'il reste encore à élucider.