

De l'enseignement à la recherche : l'émergence d'une nouvelle pratique de la physique dans les universités canadiennes

Yves Gingras*

Dans cette étude, nous nous intéressons aux conditions sociales et institutionnelles de l'émergence de la recherche scientifique au sein des universités canadiennes. En limitant notre analyse au cas de la physique, nous pouvons suivre de près le processus de formation de la première génération de physiciens canadiens et voir comment leur intérêt pour la recherche les distingue nettement des professeurs qui ont enseigné les sciences dans les universités canadiennes avant 1880. Nous verrons aussi que les possibilités de reproduction institutionnelle des chercheurs étaient liées au développement de l'enseignement du génie et à l'apparition de cours optionnels et de sections honours, au sein du programme du baccalauréat ès arts. Ce sont en effet ces transformations qui donneront pour la première fois une certaine visibilité à la physique en tant que carrière.

This study examines the social and institutional conditions surrounding the emergence of scientific research in Canadian universities. By limiting our analysis to the case of physics, we can closely follow the formation of the first generation of Canadian physicists and see how their interest in research clearly distinguished them from professors who taught sciences in Canadian universities before 1880. We will also see that the possibilities for the institutional reproduction of researchers were linked to the development of the teaching of engineering and the emergence of optional courses and honours sections within Bachelor of Arts programs. These transformations would, for the first time, bring a certain visibility to physics as a career.

L'émergence de la recherche scientifique dans les principaux pays européens a déjà fait l'objet d'un bon nombre d'études. Que ce soit en Allemagne, en France ou en Angleterre le développement de la recherche apparaît comme un phénomène en quelque sorte *sui generis*, modulé par les caractéristiques historiques propres à chaque pays¹. À l'inverse

* Yves Gingras, Département de Sociologie, Université du Québec à Montréal.

Je tiens à remercier Othmar Keel et Marcel Fournier pour les commentaires utiles qu'ils ont fait sur les versions préliminaires de ce texte qui a d'ailleurs bénéficié de l'appui financier du fonds FCAC du Gouvernement du Québec et du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada.

1. R.S. Turner, « The Growth of Professional Research in Prussia, 1818 to 1848. Causes and Context », *Hist. Stud. Phys. Sci.*, III (1971), pp. 137-82; Karl Hufbauer, *The Formation of the German Chemical Community*, Berkeley, 1982; Terry Shinn, « The French Science Faculty System, 1808-1914: Institutional Change and Research Potential in Mathematics and the Physical Sciences », *Hist. Stud. Phys. Sci.* X (1979), pp. 271-332; Craig Zwerling, « The Emergence of the École Normale Supérieure as a Center of Scientific Education in the Nineteenth Century », in *The Organization of Science and Technology in France, 1808-1914*, éd. par R. Fox et G. Weisz, Cambridge, 1980, pp. 31-60; R. Sviedrys, « The Rise of Physical Science in Victorian Cambridge », *Hist. Stud. Phys. Sci.*, II (1970), pp. 127-45 et, du même auteur, « The Rise of Physical Laboratories in Britain », *ibid.*, VII (1976), pp. 405-36. Pour les États-Unis, voir le travail édité par N. Reingold, *The Sciences in the American Context : New Perspectives*, Washington, 1979, et celui édité par A. Oleson et J. Voss, *The Organization of Knowledge in Modern America*, Baltimore, 1979. Pour une synthèse événementielle voir D. Kevles, *The Physicists. The History of a Scientific Community in Modern America*, New York, 1978.

de ces pays d'activité scientifique ancienne, le Canada nous offre un bel exemple d'un phénomène d'importation d'une pratique dans ce domaine. Cette situation n'est d'ailleurs pas unique : elle se retrouve aussi au Japon comme l'a bien montré K. Koizumi en retraçant les itinéraires des premiers physiciens japonais formés à la recherche². Une telle généalogie permet en fait de construire la première génération des chercheurs à qui reviendra la tâche d'institutionnaliser leur pratique, axée sur la production de nouvelles connaissances, en imposant une conception de l'institution universitaire qui favorise les activités de ce nouveau groupe et de ses descendants.

Bien que la distinction entre la dernière génération de « professeurs » et la première génération de « chercheurs » soit peut-être plus marquée dans le cas des pays qui, à l'instar du Japon ou du Canada, « importent » leur pratique de l'Europe, ce serait une erreur de croire que l'analyse en termes de générations ne vaut pas pour les pays européens. Au contraire, dans une étude consacrée au développement de l'électromagnétisme en Allemagne au cours de la première moitié du dix-neuvième siècle, Kenneth L. Caneva a clairement mis en évidence les conditions sociales et intellectuelles d'émergence d'une nouvelle génération de scientifiques — et d'une nouvelle pratique de la physique — que tout oppose à la précédente. Par la suite, « as a result of the efforts of the first generation of abstracting scientists, it was becoming possible by 1840 to receive university instruction designed to prepare specialists for original research ». Ce premier groupe de chercheurs contraste avec une « conception of the professor as primarily a teacher and only secondarily a discoverer of new knowledge³ ». Comme nous le verrons plus loin, cette opposition entre ce que nous appelons une « pratique pédagogique » et une « pratique scientifique » de la physique se retrouve a fortiori chez les universitaires canadiens, au cours des années 1880-1890.

La pratique de la recherche étant le fait d'agents sociaux, retracer l'émergence de cette nouvelle pratique c'est donc, en dernière analyse, retracer le processus de production de ce type d'agents. Pour faire la généalogie du groupe des physiciens canadiens, ou de tout autre groupe de scientifiques, il faut tout d'abord montrer comment les transformations du système d'enseignement — conçu comme « appareil de production des agents » — ont favorisé un nouveau mode de production de ces agents ; et cela, en instituant une nouvelle forme d'action pédagogique, inculquant un habitus scientifique, c'est-à-dire un système de schèmes générateurs de pratiques, de perception et d'évaluation des pratiques⁴. En retraçant ainsi, de façon quasi ethnologique, la trajectoire scolaire d'une nouvelle génération de scientifiques, amenée à se définir davantage en fonction de ses activités de recherche que de son rôle d'enseignant, on place au centre de l'analyse le processus de socialisation disciplinaire d'où résulte la transformation des caractéristiques scolaires des nouveaux professeurs. À moins de croire à une conversion soudaine des agents à la pratique de la recherche, il est en effet nécessaire de concevoir un « appareil de production » capable de former des agents en fonction de ce type particulier de pratique. Comme l'écrit Warren O. Hagstrom :

2. K. Koizumi, « The Emergence of Japan's First Physicists: 1868-1900 », *Hist. Stud. Phys. Sci.*, VI (1975), pp. 1-107.

3. Kenneth L. Caneva, « From Galvanism to Electrodynamics: the Transformation of German Physics and its Social Context », *Hist. Stud. Phys. Sci.*, IX (1978), pp. 137-38.

4. Cette conception du système d'éducation est développée par Pierre Bourdieu et Luc Boltanski dans « Le titre et le poste : rapports entre le système de production et le système de reproduction », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 2 (mars 1975), pp. 95-107. Voir aussi P. Bourdieu et J.C. Passeron, *La reproduction*, Paris, 1970. Le concept d'habitus est présenté en détail dans P. Bourdieu, *Le sens pratique*, Paris, 1980. Voir aussi, du même auteur, « Systèmes d'enseignement et systèmes de pensée », *Revue internationale de sciences sociales*, vol. 19 (1967), pp. 367-88.

The socialization of scientists tend to produce persons who are so strongly committed to the central values of science that they unthinkingly accept them. Research as an activity comes to be « natural » for them...

These commitments are the outcome of a prolonged training process, lasting well into adult life in which the student is effectively isolated from competing vocational and intellectual interests and in which he is extremely dependant on his teachers⁵.

De ce point de vue, qui met l'accent sur la *pratique* de la recherche, par opposition aux simples discours, l'histoire d'une discipline scientifique ou de la formation d'une communauté scientifique, peut être conçue comme un processus en trois « phases ». Lorsque les conditions d'émergence de la pratique de la recherche sont réunies (première phase), il revient aux premiers représentants de cette catégorie d'agents que sont les chercheurs d'imposer une nouvelle conception de l'institution universitaire, de façon à donner à leur pratique une place dominante et permettre ainsi la reproduction à long terme du groupe (deuxième phase). Cette institutionnalisation de la recherche constitue une étape cruciale dans l'histoire de la formation d'une communauté scientifique nationale. Elle est en effet la condition même de survie et de croissance de cette communauté, car c'est grâce à la mise en place de structures institutionnelles, favorisant la production de connaissances et la reproduction des agents dotés des dispositions nécessaires à cet effet, que les scientifiques peuvent se reproduire en tant que groupe. Enfin, la constitution d'une identité sociale de type disciplinaire (i.e. association scientifique) ou professionnel (de type corporatif) représente une troisième phase dans le processus de formation d'une communauté scientifique. En se dotant de représentants légitimes et reconnus socialement, un groupe particulier de scientifiques acquiert ainsi une visibilité sociale ; et il est en mesure de défendre les intérêts du groupe en propageant une certaine image de l'« utilité sociale » de la discipline qui le définit, ou au contraire en insistant sur l'importance de la « connaissance désintéressée ». Bien entendu, ces « phases » sont avant tout un outil d'analyse car leur configuration et leur durée sont déterminées par les traits historiques propres à chaque pays.

Dans le cas de la physique au Canada, les trois « phases » menant à la formation d'une communauté scientifique nationale s'échelonnent sur une période d'un siècle, soit de 1850 à 1950. Dans le cadre de cet article nous ne pouvons aborder l'ensemble de ce processus. Nous nous limiterons aux conditions d'émergence de la pratique de la recherche en physique au sein des universités canadiennes, soit essentiellement à la première phase⁶.

L'implantation de la recherche scientifique dans les universités canadiennes est le résultat d'un ensemble de transformations qui ont affecté ces institutions au cours des années 1860 et 1870, soit avant même l'arrivée des premiers représentants de la catégorie des « chercheurs ». Ainsi nous étudierons tout d'abord le rôle que la croissance de l'enseignement du génie a joué dans la création des départements de physique. On verra ensuite que la création de sections *honours* au sein du baccalauréat ès arts a facilité la reproduction institutionnelle des physiciens en donnant une nouvelle visibilité à cette discipline. Nous nous attacherons en troisième lieu à définir la pratique pédagogique des titulaires de postes de professeurs de *Mathematics and Natural Philosophy* et ce qu'elle doit au système scolaire dont elle est le produit. Enfin on analysera la trajectoire scolaire des premiers représentants d'une nouvelle génération de professeurs de physique, celle qui importe dans les universités canadiennes une pratique de la physique axée sur la recherche, puis le destin de leurs

5. Warren O. Hagstrom, *The Scientific Community*, New York, 1965, p. 9.

6. Nous avons analysé l'ensemble du processus dans notre thèse de doctorat, Yves Gingras, « Les physiciens canadiens : généalogie d'un groupe social, 1850-1950 », thèse de doctorat, Université de Montréal, 1984.

premiers disciples qui, au tournant du siècle, forment le premier contingent de physiciens canadiens.

I — INSTITUTIONNALISATION DE L'ENSEIGNEMENT DU GENIE ET CROISSANCE DES DEPARTEMENTS DE PHYSIQUE

Au début des années 1850, la structure traditionnelle des principales universités anglophones du Canada, mise en place à partir du début du siècle sur les modèles anglais et écossais, est remise en cause par la croissance des activités économiques et industrielles que connaît alors le pays, grâce au premier programme de construction des chemins de fer⁷. Même si l'Ontario et le Québec bénéficient de la plus grande partie des quelque 2 000 milles de voies ferrées construites entre 1850 et 1860, la présence soudaine et massive de cette nouvelle technologie ne pouvait manquer de faire apparaître, jusque dans les provinces maritimes, des discours sur l'importance des sciences dans le monde « moderne ».

Les premiers signes d'un mouvement de réforme de l'enseignement supérieur canadien apparaissent en effet à peu près au même moment au Québec, en Ontario et au Nouveau-Brunswick. A Montréal, par exemple, la demande d'une formation plus pratique mène à la mise sur pied en 1857 d'un programme de génie civil à l'Université McGill. La même année l'Université de Toronto offre elle aussi un diplôme de génie civil à ces étudiants. A Fredericton, l'évolution est similaire et en 1859, l'Université du Nouveau-Brunswick voit le jour et continue à offrir un programme de génie qui avait débuté en 1854 sous l'égide de King's College⁸.

Ce mouvement de modernisation de l'enseignement supérieur se fait aussi sentir au Canada français, où les demandes d'un enseignement plus pratique se font nombreuses au cours des années soixante : elles amènent finalement le gouvernement du Québec à créer l'école polytechnique de Montréal en 1873. Cependant, située en marge d'un système d'éducation dominé par le clergé, l'école polytechnique recrute peu d'étudiants et n'influence pas vraiment le développement des sciences dans les autres institutions francophones. Il faut attendre la création de la Faculté des sciences de l'Université de Montréal et la création de l'École supérieure de chimie de l'Université Laval en 1920, pour voir un premier mouvement scientifique s'épanouir au Canada français. En physique en particulier, la recherche ne débutera vraiment qu'au cours de la Seconde Guerre mondiale et ce, tant à Polytechnique qu'à Laval et à Montréal. En somme, jusqu'à la fin de la Première Guerre mondiale, le développement de la recherche scientifique est un phénomène limité aux universités canadiennes-anglaises⁹.

Les premières tentatives d'enseignement du génie au Canada anglais n'ont constitué qu'un semblant de départ, l'arrêt de la construction ferroviaire n'étant pas resté sans effets

7. Pour plus de détails sur la naissance des universités et collèges au Canada au cours de la première moitié du XIX^e siècle on consultera Robin S. Harris, *A History of Higher Education in Canada*, Toronto, 1976, chapitre 1. Pour l'histoire du développement des chemins de fer, voir H. T. Easterbrook et H. G. J. Aitken, *Canadian Economic History*, Toronto, 1958, chapitre 14 et G. P. de T. Glazebrook, *A History of Transportation in Canada*, Toronto, 1964, vol. 1, chapitre 5.

8. A. Foster Baird, « The History of Engineering at the University of New Brunswick », in *The University of New Brunswick Memorial Volume*, Fredericton, 1950, pp. 75-86; C. R. Young, *Early Engineering Education at Toronto 1851-1919*, Toronto, 1958.

9. Pour plus de détails sur le développement des sciences au Québec francophone après 1920, voir Cyrias Ouellet : *La vie des sciences au Canada français*, Québec, 1964; Raymond Duchesne, *La science et le pouvoir au Québec (1920-1965)*, Québec, 1978; J. M. Desroches et R. Gagnon, « Georges Welter et l'émergence

sur le recrutement des étudiants : à McGill, le programme est suspendu en 1863, faute d'étudiants et à cause des difficultés financières que connaît l'institution. Une quinzaine de diplômés ont tout de même profité de ce premier essai. Au Nouveau-Brunswick, le nombre d'inscriptions est resté plutôt faible et, à Toronto, quatre étudiants seulement ont obtenu un diplôme entre 1859 et 1879¹⁰.

Si les discours sur l'importance des sciences appliquées ont pu émerger au même moment, de l'Ontario à la Nouvelle-Écosse, et donner lieu à quelques conférences et cours de génie civil, aboutissant dans certains cas à l'obtention d'un diplôme, il en va tout autrement pour ce qui est de l'institutionnalisation de cet enseignement. En effet, les discours des représentants les plus éloquents de la « modernité » n'ont pas la même inertie que les structures d'enseignement qui sont liées, elles, de façon complexe et indirecte, au marché économique. La suspension du programme de génie civil à McGill et la stagnation des inscriptions à Toronto et à Fredericton, tout au long des années soixante, le montre bien. L'institutionnalisation de l'enseignement du génie ne signifie donc pas seulement l'offre de quelques cours mais la création de structures institutionnelles, avec ce que cela signifie en termes de postes de « professeurs de génie civil », d'allocation d'espaces pour loger les laboratoires, d'emploi de techniciens pour s'occuper des instruments, toutes choses qui nécessitent des investissements considérables et, bien entendu, une clientèle étudiante suffisamment nombreuse et stable.

Ce n'est qu'avec la reprise de la construction ferroviaire¹¹, qu'une demande plus stable d'ingénieurs civils et miniers favorise l'émergence de véritables facultés, écoles ou départements de génie dans les universités canadiennes. C'est ainsi qu'en annonçant, en mai 1871, la réouverture du programme de génie à McGill, Dawson note :

The times appears to be particularly favourable, in consequence of the present activity in mines, railways and others scientific enterprises in this country¹².

Le niveau d'industrialisation étant plus élevé au Québec et en Ontario que dans l'Est du pays, il est naturel que ces provinces soient les premières à voir naître un enseignement structuré du génie. De plus, la population de villes comme Montréal et Toronto est supérieure à celle des autres villes canadiennes de sorte que, tant du point de vue démographique qu'économique, les universités de McGill et Toronto sont en position de dominer pour longtemps le champ universitaire canadien. A l'Université du Nouveau-Brunswick, par exemple, la croissance des inscriptions est assez lente et ce n'est qu'en 1927 que l'on créera un département de génie distinct de celui de physique. L'Université Queen's ouvrira pour sa part une Ecole des Mines en 1893, mais elle sera continuellement en lutte avec Toronto pour attirer la clientèle ontarienne et obtenir les subsides gouvernementaux¹³.

Comme le note Harris, le développement des départements universitaires de sciences est directement relié aux nécessités des écoles d'ingénieurs et de médecine, c'est pourquoi

de la recherche à l'École Polytechnique de Montréal, 1939-1970 », *Recherches sociographiques*, XXIV (janvier-avril, 1983), pp. 33-54; M. Fournier et L. Maheu, « Nationalismes et nationalisation du champ scientifique québécois », *Sociologie et sociétés*, VII, n° 2 (1975), pp. 89-113.

10. Young, *Early Engineering Education*... p. 18; Harris, *A History of Higher Education*... p. 164; Baird, « History of Engineering... », p. 81.

11. G. W. Bertram, « Economic Growth in Canadian Industry, 1870-1915 », in *Approaches to Canadian Economic History*, éd. par W. T. Easterbrook et M. H. Watkins, Toronto, 1967, pp. 75-98.

12. Cité par Young, *Early Engineering Education*... p. 24.

13. Sur l'aspect régional du développement économique voir Bertram, « Economic Growth... », pp. 96-98 et Easterbrook et Aitken, *Canadian Economic History*... p. 250. Sur les rapports entre Queen's et Toronto, voir H. Neatby, *Queen's University : 1, 1841-1917 and not to Yield*, Montréal, 1978.

on pouvait prédire que le développement des départements de physique devait se faire tout d'abord à McGill et à Toronto¹⁴. Les discussions entourant la création d'une École de technologie par le gouvernement ontarien, en 1873, montrent bien toute l'importance de l'enseignement du génie pour le développement des départements de physique et des départements scientifiques en général. Face aux critiques qui s'opposaient à ce que l'École fût affiliée à l'Université de Toronto, arguant que « science teaching had not been a success, the University having failed to meet the scientific needs of the country », les dirigeants de l'Université durent mener une dure bataille pour s'assurer l'appui du gouvernement dans cette cause. Se remémorant ce tournant, James Loudon, président de l'Université de 1892 à 1906, écrit :

To my mind, this period was the most critical one in the history of the University, for had the Government of that day lived to establish a strong and efficient College of Science to teach not only the higher technical subjects, but the physical and Natural Sciences as well, the cause of Science in this University would probably have received a fatal blow, and the Arts Faculty would have ultimately been reduced to the status of a small College. Fortunately for all the educational interests concerned, there was a change of Government... and among the new ministers there were some who [would] contenance no step which was calculated to weaken the Provincial University¹⁵.

Alors que le nombre d'étudiants inscrits au cours de sciences était demeuré à peu près stable de 1860 à 1878, il augmente, par contre, continuellement à la suite de cette affiliation¹⁶. En 1887, la clientèle étudiante devient suffisante pour justifier la séparation de la physique et des mathématiques, Loudon abandonnant cette dernière discipline à son assistant Alfred Baker. On assiste alors à la mise en place d'une structure départementale qui commence aussi à faire son apparition dans les universités américaines¹⁷.

À l'Université McGill, les cours de génie ont repris, comme on l'a vu, en 1871. Là aussi, la croissance des inscriptions est rapide et en 1890, trois ans après Toronto, une chaire de physique est créée et John Cox, gradué de Cambridge, en est le premier titulaire¹⁸.

Même si le développement des départements est souvent relié à la croissance des inscriptions, l'inauguration d'une chaire de physique peut survenir aussi dans d'autres circonstances. C'est ainsi que l'Université Dalhousie, bénéficiant d'un don de l'homme d'affaires James Munro, peut créer la première chaire de physique au Canada en 1879, sans qu'il y ait par la suite une croissance importante du département. Ce n'est d'ailleurs qu'après la création d'une chaire de génie civil en 1903 et du Nova Scotia Technical College en 1909, que le département de physique peut engager de nouveaux professeurs¹⁹.

Si, au tournant du siècle, les départements de physique constituent, au sein des universités canadiennes, des espaces institutionnels bien définis, leur fonction principale n'en demeure pas moins celle de fournir des services aux facultés professionnelles. Ainsi, lorsqu'en 1890 il accueille Alexander W. Duff à la chaire de physique, le président de l'Université du Nouveau-Brunswick le rappelle en ces termes :

14. Harris, *History of Higher Education*..., p. 145.

15. James Loudon, « The Evolution of the Physical Laboratory », *University of Toronto Monthly*, VII (1907), p. 43.

16. Harris, *History of Higher Education*..., p. 145.

17. Hugh Hawkins, « University Identity : the Teaching and Research Functions », in Oleson and Voss, *The Organization of Knowledge in Modern America*, p. 293.

18. Stanley B. Frost, *McGill University : For the Advancement of Learning*, Montréal, 1980, vol. 1, 1801-1895, p. 273.

19. Harris, *History of Higher Education*..., p. 217.

The Professor of Physics has two practical aims in view: firstly to give students of civil engineering that acquaintance with general physical principles without which the highest success in their chosen profession is impossible; secondly, to assist student who aim at Electrical Engineering as a profession²⁰.

De même, lorsque John Cox inaugure trois ans plus tard le Macdonald Physics Building, fruit de la générosité du grand producteur de tabac William Macdonald, à McGill, il rappelle que l'intention première était de pourvoir à la formation des futurs ingénieurs et médecins. Mais il ajoute que le laboratoire devait répondre aux besoins de la Faculté des arts, étant entendu que :

A knowledge of physics is now-a-days a necessity in any liberal education, and no curriculum which calls itself liberal can afford to ignore the study of the laws of nature and the methods of the science of investigating them²¹.

Comme on va le voir dans la section suivante, c'est d'ailleurs à la Faculté des arts que réside le véritable avenir de la physique au Canada en tant que discipline autonome.

II — DIVERSIFICATION DU BACCALAUREAT ES ARTS ET DEBUTS DE LA « SPECIALISATION » EN PHYSIQUE

L'émergence au sein des universités canadiennes d'une conception plus utilitaire des sciences, a d'abord donné naissance à des programmes spécifiques de sciences appliquées qui, en retour, ont stimulé la croissance des départements de physique. Une seconde transformation, toute aussi importante pour l'autonomisation de la pratique de la physique au Canada, fut une diversification du programme du baccalauréat ès arts (B.A.). Ce nouveau programme ouvrit de nouvelles possibilités de carrière à des étudiants qui, avant 1860, ne pouvaient suivre qu'une voie unique, toute tracée d'avance, ne laissant aucune possibilité de spécialisation dans une science particulière.

Conçu jusque-là « on the principle of encouraging a well balanced and varied culture, and not with the view of stimulating extraordinary proficiency in particular departments », le baccalauréat ès arts formait avant tout des gens « cultivés », qui embrassaient par la suite les carrières traditionnelles de médecin, d'avocat ou de prêtre²². Si l'enseignement de la *Natural Philosophy* apparaissait au programme en tant qu'ensemble de connaissances générales que tous les étudiants devaient acquérir, il restait secondaire par rapport aux disciplines traditionnelles (philosophie et langues anciennes)²³.

L'introduction, à partir de 1860, d'options et de cours plus avancés (*honours*) dans le programme du B.A. modifie cette tradition. Comme cela avait été le cas dix ans auparavant, lors de l'émergence de l'enseignement du génie, cette nouvelle atteinte à la conception jusque-là dominante de l'enseignement, suscite des résistances de la part de ceux qui considèrent cette nouveauté comme une spécialisation hâtive. Toutefois, la vision pragmatique de l'enseignement que l'on trouvait dans les discours sur l'importance des

20. Cité par Baird, « History of Engineering... », p. 82.

21. Archives de l'Université McGill, acc. 409, 35/3/1a, *Formal Opening of the Engineering and Physics Building McGill University*, Montréal, Feb. 24th 1893, p. 40.

22. Victoria University Calendar 1862-1863, cité par Harris, *History of Higher Education*..., p. 131; W.J. Alexander (ed.), *The University of Toronto and its Colleges 1827-1906*, Toronto, 1906, p. 99.

23. Harris, *History of Higher Education*..., pp. 40-42.

sciences appliquées allait s'imposer ici aussi et entraîner une diversification des cours offerts aux étudiants du baccalauréat ès arts²⁴.

Si le développement de l'enseignement du génie permet l'émergence des départements de physique en leur fournissant une clientèle abondante, la modification du programme du baccalauréat met en place les éléments qui seront à la base de la reproduction institutionnelle des physiciens. A l'Université de Toronto par exemple, en 1882, la quatrième année du programme *honours* est divisée en deux options : physique et mathématiques. L'étudiant qui choisit la section physique peut alors « spend more time in the laboratory and, in some cases, participate in research projects²⁵ ». Trois ans plus tard, le travail expérimental dans le laboratoire, qui avait été institué en 1878 sur une base optionnelle, deviendra obligatoire pour les étudiants de la section *honours*.

Avant cette reconnaissance officielle comme possibilité de carrière, la physique n'avait aucune inscription institutionnelle fournissant les bases de la reproduction disciplinaire : les étudiants suivaient un programme homogène de mathématiques et de physique, où celle-ci n'avait pas de position privilégiée lui permettant d'attirer à elle une clientèle particulière. De plus, comme nous allons le voir dans la section suivante, les professeurs de sciences qui ont enseigné dans les universités canadiennes tout au long du dix-neuvième siècle furent justement les produits de ce système d'éducation conçu en fonction d'une culture générale. Leur formation n'en faisait nullement des « physiciens », ni même des « scientifiques » tels qu'on les conçoit aujourd'hui, mais plutôt des enseignants formés davantage à l'enseignement en général qu'à celui des sciences en particulier. Ce n'est qu'avec la venue d'une nouvelle génération de professeurs, spécialistes de la physique eux-là, que les sections *honours* deviendront des lieux de recrutement de futurs physiciens canadiens.

III — LA FIN D'UNE PRATIQUE PEDAGOGIQUE

La plupart des professeurs de *Natural Philosophy* enseignant dans les universités anglophones du Canada au dix-neuvième siècle, avaient été formés dans les universités anglaises et écossaises avant qu'elles ne subissent elles-mêmes, à partir de 1870, les transformations suscitées par une nouvelle poussée d'industrialisation²⁶.

Même si le programme d'études des universités écossaises insistait sur la philosophie plutôt que sur les mathématiques — comme à Cambridge — ou que sur les humanités gréco-latines — comme à Oxford — il inculquait essentiellement le même goût pour la culture générale, seule culture légitime aux yeux des élites traditionnelles. Comme le rappelle un ancien élève de Glasgow :

The Arts curriculum of that day was intended for culture only, not as providing something which was to have commercial value; the idea that any of its subjects could be made the foundation of industrial training in science as now understood and that the students could specialize in such a subject had not then been contemplated²⁷.

Appelés à enseigner dans une institution qui, bien que située à des milliers de kilomètres de leur alma mater, n'était que la copie de celle qui les avait formés, les gradués

24. *Ibid.*, pp. 45, 127.

25. Elizabeth J. Allin, *Physics at the University of Toronto 1843-1980*, Toronto, 1981, p. 4.

26. Pour une étude détaillée de ces transformations voir Michael Sanderson, *The Universities and British Industry 1850-1970*, London, 1972.

27. *Ibid.*, p. 148.

de Glasgow ou d'Edimbourg étaient donc parfaitement adaptés à leur tâche qui ne consistait qu'à reproduire dans la colonie la culture qu'ils importaient et que le collège légitimait²⁸.

Les titulaires de poste de *Professor of Mathematics and Natural Philosophy* ne se distinguaient donc pas vraiment de leurs collègues professeurs de philosophie ou de littérature gréco-latine. Leurs orientations essentielles étaient les mêmes. Ainsi William B. Jack, qui enseignait les mathématiques et la physique au King's College au Nouveau-Brunswick, entre 1840 et 1885, dut aussi se charger du grec et du latin lorsque le titulaire de ce poste mourut en 1870. De même, avant de lui succéder, Thomas Harrison enseignait l'anglais et la philosophie²⁹. En Ontario, au Queen's College, James Williamson enseignait aussi le rhétorique, incitant les élèves à écrire des essais sur *The Solar System* ou *The Distinctions between the provinces of natural Philosophy and Chemistry*³⁰.

Les pratiques de cette génération de professeurs sont donc plus d'ordre pédagogique que scientifique, et il ne faut pas s'étonner si peu d'entre eux ont produit un grand nombre de « publications ». En fait, les plus actifs se trouvent à Toronto où ils peuvent participer aux réunions du Canadian Institute.

Fondé en 1849 par quelques ingénieurs et arpenteurs, le Canadian Institute est vite monopolisé par les professeurs de l'Université de Toronto. En effet, plusieurs en deviennent membres en 1852³¹. Cette année-là, l'Institut commence à publier le *Canadian Journal* qui reprend certains des exposés faits devant les membres de la Société. Comme dans la plupart des sociétés savantes de province de cette époque, la majorité des travaux portent sur les sciences naturelles (botanique, zoologie, astronomie, etc.)³². Sur une soixantaine de communications publiées en astronomie entre 1852 et 1890, les deux tiers rapportent des observations météorologiques, la plupart provenant des directeurs de l'Observatoire magnétique et météorologique de Toronto. En physique, on compte seulement une vingtaine de communications. La plupart proviennent de professeurs de l'Université de Toronto et la moitié sont de James Loudon. C'est donc devant cette société locale, dont le seul point de ralliement des membres est de s'intéresser de près ou de loin aux sciences, que les professeurs de *Mathematics and Natural Philosophy* de l'Université de Toronto, J.B. Cherriman et J. Loudon, viendront exposer leurs travaux.

Comme on l'a vu, la formation de ces professeurs de sciences les prépare essentiellement à l'enseignement de connaissances générales et nullement à la production de nouvelles connaissances. La participation de quelques-uns d'entre eux aux activités des sociétés savantes locales nous permet même de caractériser de plus près le type de rapports qu'ils entretiennent avec le savoir, rapports qui, selon nous, constituent une extension de leur pratique pédagogique.

Professeur de *Mathematics and Natural Philosophy* à l'Université de Toronto entre 1853 et 1875, John Bradford Cherriman avait fait ses études au St. John's College à

28. Pour plus de détails sur l'implantation des modèles anglais et écossais au Canada voir Harris, *History of Higher Education...*, chapitre 3.

29. Richard A. Jarrell, « Science Education at the University of New-Brunswick in the Nineteenth Century », *Acadiensis*, (Spring, 1973), pp. 58-61 et 72-73.

30. Neatby, *Queen's University...*, p. 58.

31. Peter J. Bowler, « The Early History of Scientific Societies in Canada » in *The Pursuit of Knowledge in the Early American Republic*, éd. par A. Oleson et S. Brown, Baltimore, 1976, pp. 326-39.

32. Robert Fox, « The Savant Confronts his Peers: Scientific Societies in France, 1815-1914 », in Fox et Weisz, *The Organization of Science...*, pp. 241-82. Pour le Canada voir Richard A. Jarrell, « The Social Function of Scientific Societies in Nineteenth Century Canada », in *Critical Issues in the History of Science, Technology and Medicine in Canada*, éd. par Richard A. Jarrell et Arnold Roos, Thornhill, 1983, pp. 31-44.

Cambridge et s'était classé sixième *wrangler* au *mathematical tripos* de 1845³³. Venu à Toronto en 1850 pour occuper un poste de professeur adjoint, il dirige pendant quelques années l'Observatoire magnétique et météorologique qui avait été affilié à l'Université en 1853. A ce titre, il discute régulièrement de la situation météorologique de la ville devant les membres de l'Institut, avant de céder sa place à G. T. Kingston³⁴.

En bon produit de Cambridge, Cherriman s'intéresse surtout aux mathématiques et présente plusieurs communications sur divers problèmes d'algèbre et de géométrie qui ont peu de liens entre eux et dénotent au fond un intérêt éclectique pour les sciences : il résume souvent les travaux dont il a pris connaissance dans le *Quarterly Mathematical Journal* et le *Philosophical Magazine*, ou encore il présente ses réflexions sur des problèmes auxquels il s'est trouvé confronté dans son enseignement. A titre d'exemple — bien que l'article fût publié après que Cherriman eût quitté l'université pour occuper le poste de surintendant des assurances au Gouvernement fédéral —, sa communication sur *The Motion of a Chain on a Fixed Plane Curve*, présentée à la première séance de la Société royale du Canada en mai 1882, nous fournit une illustration typique de cette pratique pédagogique. Posant tout d'abord que « the chain being supposed inextensible, the velocity of it at a given instant must be the same, and therefore so also is the acceleration », le travail de l'auteur consiste alors à résoudre l'équation générale et à l'appliquer ensuite à des cas particuliers³⁵. La logique de l'argumentation est ici tout à fait similaire à celle que l'on retrouve dans les manuels scolaires : on ne retrouve aucune référence à des travaux antérieurs, le problème n'existant qu'en fonction d'une situation d'apprentissage d'un étudiant ayant à se familiariser avec les lois de Newton et le calcul différentiel. Son successeur, James Loudon reproduira essentiellement les mêmes préoccupations. Premier Canadien à devenir professeur à l'Université de Toronto, il obtient son baccalauréat ès arts de cette institution en 1862. Après avoir passé quelque temps comme tuteur sous la direction de John McCaul, professeur de grec et de latin, il devient l'assistant de Cherriman³⁶. Elu membre du Canadian Institute en 1870, il y présentera plusieurs communications. Sur les sept articles, d'une longueur moyenne de trois pages, qui seront publiés dans le *Canadian Journal* entre 1871 et 1882, six portent sur des problèmes de mécanique et un sur les propriétés d'une droite. Comme dans le cas de son maître Cherriman, l'origine de ces travaux réside dans une réflexion essentiellement pédagogique. *On Trilinear Coordinates* publié en 1871, débute ainsi :

The following method of treating the problem of the straight line occurred to me in 1867, since which time I have used it with advantage in the lecture room³⁷.

Dans ses *Notes on Mechanics* publiées en novembre 1873, il pose une série de problèmes sur la combinaison des forces dont il fournit ensuite la solution, l'originalité consistant à présenter des preuves qui s'écartent de celles traditionnellement employées dans les manuels. Le même procédé est employé dans ses *Notes on Statics*³⁸.

33. John A. Paterson, « John Bradford Cherriman : An Appreciation », *The University Monthly*, IX (1908), pp. 77-83.

34. Pour plus de détails sur l'histoire de cet observatoire voir Richard A. Jarell « Origins of Canadian Government Astronomy », *Journal R.A.S.C.*, LXIX (1975), pp. 77-85. À propos du *mathematical tripos* et de la formation scientifique des diplômés de Cambridge, voir David B. Wilson, « Experimentalists among the mathematicians: Physics in the Cambridge Natural Sciences tripos, 1851-1900 », *Hist. Stud. Phys. Sci.*, XII, n° 2 (1982), pp. 325-71 et Harvey W. Becher, « William Whewell and Cambridge Mathematics », *Hist. Stud. Phys. Sci.*, XI, n° 1 (1980), pp. 1-48.

35. *Trans. Roy. Soc. Can.*, I (1882), Section III, p. 15.

36. H.H. Langton, *James Loudon and the University of Toronto*, Toronto, 1927.

37. *The Canadian Journal*, second series, XIV, (1875), p. 62.

38. *Ibid.*, p. 354 et XIII (1873), p. 231.

Si l'on passe maintenant à l'Université McGill, les activités des professeurs de physique n'y diffèrent pas de celles de leurs collègues de Toronto. Entre 1857 et 1890, l'enseignement des mathématiques et de la physique, à McGill, est dispensé par Alexander Johnson. Né en Irlande en 1830 et diplômé de Trinity College à Dublin en 1854, il se consacre presque exclusivement à l'éducation et occupera le poste de doyen de la Faculté des arts et de vice-principal de l'Université³⁹. La Société royale du Canada, dont il est membre fondateur en 1882, lui fournit l'occasion de jouer un rôle actif dans la préparation de la visite de la British Association for the Advancement of Science à Montréal en 1884. En collaboration avec l'Observatoire royal de Greenwich, il participe également à la préparation du programme canadien d'observation du transit de Vénus qui eut lieu le six décembre 1882⁴⁰. Ses nombreuses représentations auprès du Gouvernement fédéral mèneront en 1893 à la mise sur pied du Survey of Tides and Currents sous la direction du ministère de la Marine⁴¹. En physique, il ne produira qu'un seul article, de nature essentiellement pédagogique, sur les travaux de Newton en optique⁴².

En 1890, la croissance des inscriptions entraîne une plus grande division du travail, et Johnson se consacre dorénavant uniquement aux mathématiques. Pour s'occuper de la physique, on engage un nouveau professeur, John Cox.

Professeur de physique de 1890 à 1909, Cox n'a pas reçu une formation de chercheur. Diplômé de Cambridge en 1874, il se classe huitième au *mathematical tripos* et obtient aussi de bonnes notes au *classical tripos*. Avant de quitter l'Angleterre à l'âge de trente-neuf ans, il dirige le Cavendish College pendant une dizaine d'années. Elu membre de la Société royale du Canada en 1897, il n'y présentera que deux communications. Mis à part un texte écrit en collaboration avec H.L. Callendar sur les propriétés des rayons X, son seul exposé personnel décrit une expérience sur la formation du frazil au cours de laquelle il crut observer la glace descendre en-dessous de la surface de l'eau :

In the course of a lecture to the students of the First Year Arts last January, I performed this experiment for perhaps the hundredth time with a result which I had never observed before, and which seems worth placing on record⁴³.

Après avoir présenté les différentes étapes de l'expérience, il conclut : « I have no explanation to offer, and in spite of the witness of members of the class and my own vivid recollection, now find some difficulty in believing that the ice really sank to the bottom ». Le phénomène ne s'étant probablement pas reproduit par la suite, Cox ne reviendra jamais sur le sujet.

Si on définit une génération non pas en fonction d'une tranche chronologique arbitraire de vingt-cinq ou trente ans, comme on le fait souvent, mais plutôt comme une période plus ou moins longue de stabilité institutionnelle, qui fait que les agents issus d'un tel milieu, au cours de cette période, sont essentiellement dotés des mêmes dispositions,

39. « Alexander Johnson », *Proc. Roy. Soc. Can.*, third series, VII (1913), p. XII.

40. A. Johnson, « The Preparations in Montreal », *Trans. Roy. Soc. Can.*, I (1883), Section III, p. 83.

41. A. Johnson, « On the Need of a 'Coast Survey' for the Dominion of Canada », *Trans. Roy. Soc. Can.*, XI (1893), Section III, p. 55. Pour plus de détails sur ces événements voir Vittorio G.M. de Vecchi « The Dawning of a National Scientific Community in Canada, 1878-1896 », *Scientia Canadensis*, VIII (juin 1984), pp. 47-48.

42. A. Johnson, « Newton's use of slit and lens in forming a pure spectrum », *Trans. Roy. Soc. Can.*, IX (1891), Section III, p. 49.

43. John Cox, « Apparently Accidental Formation of Frazil Ice in a Cryophorous », *Trans. Roy. Soc. Can.*, second series, X (1904), Section III, p. 4.

soumis comme ils le sont aux mêmes types d'actions pédagogiques — ou, en d'autres termes, au même mode de génération —, on peut alors dire que John Cox fait partie de la même génération de professeurs que Cherriman, pourtant formé vingt-cinq ans plutôt⁴⁴. De ce point de vue, qui met l'accent sur le milieu, on comprend que le fait de présenter Cox comme un « chercheur peu inspiré⁴⁵ » constitue au mieux une figure de style. Pour qu'un chercheur puisse être « inspiré », il faut d'abord qu'il ait été formé à cette fin — ce qui n'est le cas ni de Cox ni de ses collègues — et ensuite que sa position institutionnelle lui fournisse les moyens de réaliser ses projets.

Les communications de Cox, Cherriman et Loudon, que nous croyons caractéristiques de la pratique essentiellement pédagogique de cette génération de professeurs — pratique qui se distingue de la pratique scientifique de la génération formée après 1875 que nous analyserons plus loin — sont donc essentiellement déterminées par la formation de ces enseignants, les préparant à la reproduction du savoir et non à sa production. De plus, leur situation institutionnelle les amène à puiser dans la salle de cours les discours qu'ils aiment à présenter devant les sociétés savantes, que ce soit le Canadian Institute ou la plus sélective Société royale du Canada. Ces deux aspects, formation des agents et position institutionnelle, se renforcent évidemment l'un par l'autre puisque l'un ne va pas sans l'autre pour qu'il y ait fonctionnement harmonieux de l'institution. Comme on va le voir plus loin, les problèmes surviendront lorsque de nouvelles caractéristiques des agents verront le jour à la fin du dix-neuvième siècle, faisant ainsi émerger la figure du « chercheur ». Des « ajustements » seront alors nécessaires pour que les institutions puissent répondre aux nouveaux besoins de ces « spécialistes ». Ce n'est qu'après une modification importante des structures universitaires, permettant de faire entrer la « recherche » dans les programmes, qu'une relation heureuse à l'institution pourra alors être vécue par des agents dont l'idéal ne sera plus simplement de former des « honnêtes hommes » mais des spécialistes qui viendront grossir les rangs des « scientifiques » et contribuer à « l'avancement des connaissances ».

En attendant la venue de ces « mutants », qui viendront modifier le rapport au savoir dans les universités canadiennes, les professeurs continuent leur travail d'éducateurs. Comme leurs schèmes scolaires de pensée trouvent leur réalisation ultime dans la production de manuels scolaires — opération qui permet de rentabiliser, au moins symboliquement, cet investissement dans la préparation des cours qui constitue l'essentiel du travail d'un bon professeur — il n'est pas surprenant de voir Cherriman et Cox publier des manuels de physique et Loudon deux manuels d'algèbre⁴⁶.

IV — L'IMPORTATION D'UNE PRATIQUE SCIENTIFIQUE

Entre la génération des professeurs de *Natural Philosophy* qui enseigne au Canada anglais avant 1875 et celle qui allait lui succéder au cours du dernier quart du siècle, une modification importante de la position des sciences dans la structure des universités anglaises (et écossaises) allait se produire : elle ouvrit l'éventail des possibilités de trajectoires scolaires

44. Pierre Bourdieu, *La Distinction*, Paris, 1979, p. 530.

45. Lewis Pyenson, « The Incomplete Transmission of a European Image: Physics at Greater Buenos Aires and Montreal, 1890-1920 », *Proc. Am. Phil. Soc.*, CXXII (1978), p. 104.

46. J.B. Cherriman, *Mechanics*, Toronto, 1858; J. Cox, *Mechanics*, Cambridge, 1904; J. Loudon, *Algebra*, Toronto, 1873, et *Algebra for Beginners*, Toronto, 1876.

et permit ainsi l'émergence d'une véritable spécialisation en physique qui allait rendre possible par la suite la production et la reproduction de physiciens.

Incarné par la Commission d'enquête sur Oxford et Cambridge mise sur pied en 1850, le mouvement de réforme amena tout d'abord la création à Cambridge d'un *Natural Science Tripos* et d'un enseignement scientifique sur une base régulière. D'autre part, le développement de l'enseignement du génie, le succès du second câble télégraphique transatlantique en 1866, ainsi que la perception d'une piètre performance de l'industrie anglaise à l'Exposition Universelle de Paris en 1867, surtout par rapport aux Allemands, ont conduit à la reconnaissance officielle des laboratoires de physique et à leur incorporation au programme d'enseignement⁴⁷.

Entre 1866 et 1874, une dizaine de laboratoires de physique sont apparus à Glasgow, Edimbourg, Londres et Cambridge, ouvrant la voie à un nouveau type d'enseignement, où la formation purement formelle faisait place à un apprentissage progressivement centré autour du laboratoire⁴⁸. Pour des physiciens comme William Thomson ou Peter Guthrie Tait, par exemple, qui jusque-là accueillaient seulement quelques étudiants dans un laboratoire privé, il devenait donc possible d'inculquer plus systématiquement à toute une génération d'étudiants des dispositions à l'égard de la recherche expérimentale qu'ils avaient eux-mêmes acquises de façon plus aléatoire, sans encadrement institutionnel précis. Cette transformation institutionnelle est d'ailleurs tout à fait semblable à celle qui a donné naissance à « L'École de Liebig ». En effet, comme l'a montré J.B. Morrell, le laboratoire de Liebig « was the first institutional laboratory as opposed to private laboratory in which students experienced systematic preparation for chemical research, and in which they were deliberately groomed for membership of a highly effective research school⁴⁹ ».

C'est après être passé par ces nouveaux centres d'apprentissage ou d'autres centres semblables situés en Allemagne, que des Canadiens ou des Anglais, appelés à enseigner dans la colonie, implantent pour la première fois une pratique de la recherche dans les universités canadiennes.

Né à Green Hill en Nouvelle-Écosse en 1847, John James Mackenzie est le premier chercheur canadien à obtenir un poste dans une université canadienne. Après avoir obtenu un B.A. de Dalhousie en 1869 et un M.A. en 1872, il décide de continuer ses études en Europe et s'inscrit à l'Université de Leipzig qui lui décerne un diplôme de doctorat (Ph.D.) en 1876. Travaillant dans le laboratoire de Gustav Wiedemann qui occupe à Leipzig, depuis 1871, la première chaire de chimie physique d'Allemagne, il écrit une thèse sur l'absorption de l'acide carbonique par des solutions salines, dont les résultats sont publiés dans la revue de Wiedemann les *Annalen der Physik und Chemie*⁵⁰. Il travaille ensuite quelque temps à Berlin sous la direction de Helmholtz et effectue « a number of fine and difficult experiments on the matter of electromotive force induced by magnetism in insulation », comme le note Helmholtz lui-même dans une lettre de recommandation aux dirigeants de

47. Roy. M. Mcleod, « The Support of Victorian Science: The Endowment of Research Movement in Great Britain, 1868-1900 », *Minerva*, IX, n° 2 (1971), pp. 197-230.

48. Pour plus de détails sur l'émergence des laboratoires de physique voir, R. Sviedrys, « The Rise of Physics Laboratories... », et du même auteur, « The Rise of Physical Science... »

49. J.B. Morrell, « The Chemist Breeders: The Research Schools of Liebig and Thomas Thomson », *Ambix*, XIX (1972), pp. 1-46, p. 2.

50. J.C. Poggendorff, *Biographisch-Literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der Exakten Wissenschaften*, Amsterdam, 1965, I, p. 852.

Dalhousie⁵¹. Remplaçant son ami J.G. MacGregor, qui venait d'obtenir un poste plus important en Angleterre au Clifton College de Bristol, Mackenzie devient chargé de cours à Dalhousie à l'automne 1877⁵². Décédé prématurément en février 1879, il ne publia que deux autres articles dans la revue de Wiedemann : l'un à propos de la théorie de Kerr sur les relations entre l'électricité et l'optique, et l'autre sur la variation de volume des solutions, consécutive à l'absorption de gaz. Il écrivit ce dernier article en collaboration avec le physicien américain E.L. Nichols qu'il avait probablement rencontré au laboratoire de Wiedemann⁵³.

Faisant face à de sérieux problèmes, les dirigeants de l'Université arrivent à convaincre George Munro, riche homme d'affaires new-yorkais, originaire de Pictou, d'établir une chaire portant son nom et offrant un salaire annuel de \$2 000, ce qui permet de pourvoir de façon satisfaisante à l'enseignement de la physique⁵⁴. Dès sa création en 1879, la George Munro Chair of Physics, première du genre au Canada, est offerte à MacGregor qui accepte de revenir à son alma mater après deux ans d'absence, ne disposant à Bristol que d'un salaire de \$750 par année.

La formation académique de MacGregor est tout à fait similaire à celle de son ami Mackenzie⁵⁵. Ayant obtenu un M.A. de Dalhousie en 1871, à l'âge de dix-neuf ans, il bénéficie du Gilchrist Scholarship⁵⁶, ce qui lui permet de poursuivre ses études à l'Université d'Édimbourg où il travaille dans le laboratoire de Peter Guthrie Tait.

En 1873, il publie le fruit de ses premiers travaux dans les *Transactions* de la Société royale d'Édimbourg⁵⁷. Ce travail sur la conductibilité électrique des solutions salines l'amène naturellement au laboratoire de Wiedemann à Leipzig, où il rejoint Mackenzie et étudie la résistance des électrolytes. C'est sur la base de ces travaux qu'il obtient le D.Sc. de l'Université de Londres en 1876.

Lorsqu'il revient à Dalhousie pour occuper la George Munro Chair, MacGregor a déjà à son actif sept publications dans les *Proceedings and Transactions* de la Société royale d'Édimbourg dont cinq sur les propriétés thermo-électriques des métaux. Ces travaux s'inscrivent parfaitement dans le cadre de la physique des années 1860-1880 pendant lesquelles on s'intéresse de près aux problèmes de la conductibilité électrique des métaux et des solutions⁵⁸.

Isolé de la communauté scientifique internationale, MacGregor est heureux de participer à la fondation de la Société royale du Canada et profite de la première séance de la nouvelle société, à Ottawa en mai 1882, pour présenter ses travaux sur la conductibilité électrique des solutions. Présenté au cours de cette même séance pendant laquelle Cherriman

51. Cité par J.H.L. Johnstone, *A Short History of the Physics Department, Dalhousie University, 1838-1956*, Halifax, 1971, p. 8.

52. Archives de l'Université Dalhousie (AUD), Minutes of the Board of Governors, vol. 3, sept. 14, 1877.

53. Poggendorff, *Biographisch-Literarisches...*, p. 969.

54. AUD, Minutes of the Board of Governors, August 21, 1879.

55. « James Gordon MacGregor », *Proc. Roy. Soc. Lon.*, LXXXIX, série A (1913), p. xxxvi.

56. Robert A. Falconer, « The Gilchrist Scholarship: an Episode in the Higher Education of Canada », *Trans. Roy. Soc. Can.*, third series, XXVII (1933), Section II, pp. 5-13.

57. J.G. MacGregor et J.A. Ewing, « The Conductivity of Certain Saline Solutions. With a Note on the Density », *Trans. Roy. Soc. Edin.*, XXVII (1873), pp. 51-70.

58. Pour plus de détails sur cette période, on consultera John W. Servos, « Physical Chemistry in America, 1890-1933: Origins, Growth, and Definition », thèse de doctorat, Johns Hopkins University, 1979, chapitre 1.

avait discuté du mouvement d'une chaîne dans un plan, la communication de MacGregor met en relief la distance qui sépare ces deux générations d'universitaires formés dans des systèmes d'enseignement différents. Intitulé *On the Measurement of the Resistance of Electrolytes by Means of Wheatstone Bridge*, l'exposé débute par une présentation de l'état actuel des recherches, mettant en évidence les problèmes non résolus :

The chief difficulty in the measurement of the resistance of electrolytes is due to the Polarization by the current of the electrodes of the electrolytic cell... special precautions must be taken either to reduce or to remove the Polarization... the bridge method of Kohlrausch, Nippold and Grotrian was based upon the reduction of Polarization... Professor J.A. Ewing and myself found it possible to make... determinations of the resistance of electrolytes... by simply using a galvanometer...⁵⁹.

Alors que les textes de Cherriman et Loudon étaient clos sur eux-mêmes, n'ayant qu'à « se donner » les conditions idéales du problème pour exposer ensuite sa solution, celui de MacGregor est essentiellement ouvert : il montre comment le problème qu'il aborde a été étudié par d'autres scientifiques et relie son apport aux recherches antérieures. Les travaux de MacGregor s'inscrivent donc d'emblée dans un programme de recherche, au sens d'un système de relations entre un ensemble de travaux circulant essentiellement dans un champ scientifique, alors que ceux de ses prédécesseurs ne sont que les produits d'une réflexion scolaire : là où MacGregor renvoie à des « pairs » et au laboratoire, Cherriman et Loudon renvoient au manuel.

Tout en s'intéressant de temps à autre à des sujets de nature pédagogique⁶⁰, MacGregor concentrera surtout ses énergies sur des problèmes de chimie-physique. Au début, il profitera même de ses vacances d'été « to make use [through the kindness of Professor Tait] of the rich stores of the Natural Philosophy Laboratory of the University of Edinburgh⁶¹ ».

Après avoir, sans succès, posé sa candidature au poste de professeur de physique à McGill en 1890 (le poste ayant été confié à John Cox), il réussira enfin à monter un petit laboratoire à Dalhousie. Comme il l'écrivit lui-même en 1901 :

Following the traditions of the Edinburgh Laboratory, I have endeavoured to stimulate my students to engage in research. My advanced Practical Class was organized for this purpose eight years ago, and during this time a number of investigations have been made which have given results worthy of publication⁶².

Avant de quitter Dalhousie en 1901 pour succéder à P.G. Tait à la chaire de physique de l'Université d'Édimbourg, MacGregor dirigera les travaux d'au moins huit étudiants qui publieront un total de dix-sept articles, tous consacrés aux propriétés physico-chimiques des solutions aqueuses. Bien qu'ils soient tous publiés dans une revue locale, les *Transactions* de la Nova Scotia Institute of Science, trois d'entre eux trouveront aussi place dans le *Philosophical Magazine*. Cette initiation à la recherche permettra à la plupart des étudiants de MacGregor de bénéficier de la *1851 Exhibition Scholarship*, bourse offerte par le gouvernement britannique, et d'aller ainsi poursuivre des études de doctorat aux États-Unis ou en Angleterre⁶³.

59. *Trans. Roy. Soc. Can.*, I (1882), Section III, p. 21.

60. Voir, par exemple, J.G. MacGregor, « On Carnot's Cycle in Thermodynamics », *Trans. N.S. Inst. Sci.*, VII (1888-1889), p. 227, et *An Elementary Treatise on Kinematics and Dynamics*, (London, 1888).

61. Archives publiques de Nouvelle-Écosse, MG 100, vol. 182, n° 37, *Application of James Gordon MacGregor for the Professorship of Natural Philosophy in the Edinburgh University, 1901*, pp. 2-3.

62. *Ibid.*, pp. iv-v.

63. Établie en 1891 par le gouvernement britannique, à partir des profits de l'Exposition universelle de 1851, la bourse était destinée à la formation de chercheurs et accessible aux principales universités des colonies.

Au moment de l'ouverture du Macdonald Physics Building de McGill, en 1893, le mécénat de William Macdonald permet la création d'une seconde chaire de physique. C'est alors à un autre produit de Cambridge, Hugh Longbourne Callendar, de traverser l'Atlantique. Contrairement à Cox cependant, mais à l'instar de MacGregor, Callendar fait partie de la nouvelle génération des « chercheurs ». Formé au laboratoire Cavendish sous la direction de J.J. Thomson, Callendar nous offre un bel exemple de transition d'une formation « classique », typique de la première moitié du dix-neuvième siècle, vers une trajectoire « scientifique » grâce à l'institutionnalisation des laboratoires de physique vers la fin des années soixante.

Dans son autobiographie, Thomson décrit lui-même comment il s'y est pris pour « transformer » Callendar, qu'une formation classique ne préparait nullement à l'entrée dans un laboratoire, en un excellent physicien expérimentateur :

H.L. Callendar's career at the Laboratory was in some respects the most interesting in all my experience. He was on the classical side when at school and did not any physics. As an undergraduate he took a First Class in classics in 1884 and one in mathematics in June 1885. He came to work in the Laboratory in the Michaelmas Term in that Year. He had never done any practical work in physics, nor read any of the theory except in a very casual way. He had not been in the Laboratory for more than a few weeks when I saw that he possessed to an exceptional degree some of the qualifications which make for success in experimental research. He was a beautiful manipulator, and delighted in making the results he obtained as accurate as was possible with the instrument he was using. The problem was to find a subject for his research which would give full play to his strong points and minimise as much as possible his lack of experience. I knew from the ability he had shown as an undergraduate that, whatever the subject might be, he would have no difficulty in mastering the literature about it. It seemed to me that the most suitable research would be one which centred on the accurate measurement of electrical resistance⁶⁴.

La trajectoire scolaire de Callendar en est donc une de transition. Formé selon un curriculum classique qui ne le préparait nullement à la physique, il a pu, sous l'habile direction de Thomson, réorienter sa carrière en minimisant les désavantages de sa formation initiale. À mesure que les cours de science *honours* et les programmes de sciences appliquées se développeront et prépareront directement à l'entrée dans les laboratoires, ce type de reconversion deviendra de moins en moins nécessaire.

Comme son collègue de Dalhousie, qu'il rencontre bientôt aux séances de la Société royale du Canada, Callendar arrive à McGill avec un programme de recherche. Ayant réussi à construire un thermomètre à résistance de platine d'une grande précision, il projette de l'utiliser pour obtenir des mesures précises de diverses quantités thermodynamiques. Heureusement pour Callendar, ce travail exigeant, reposant sur des mesures essentiellement électriques, convient parfaitement aux ressources du laboratoire de McGill, qui compte une excellente collection de piles et de résistances électriques⁶⁵.

En plus de ces instruments de précision, Callendar peut compter sur la collaboration de deux démonstrateurs, engagés en 1894 pour l'assister dans la préparation des expériences de laboratoires qui accueillent alors près de deux cents étudiants⁶⁶. Ainsi, le futur président

Entre 1891 et 1914, 47 Canadiens diplômés de McGill, Toronto, Queen's et Dalhousie profiteront de cette bourse: 38 % se spécialiseront en physique, 38 % en chimie, 6 % en biologie, 13 % en géologie et 4 % en génie. Pour plus de détails, voir Gingras, « Les physiciens canadiens... » pp. 118-27 et Roy M. Macleod et E. Kay Andrews, « Scientific Careers of 1851 Exhibition Scholars », *Nature*, CCXVIII (June 15, 1968), pp. 1011-16.

64. J.J. Thomson, *Recollections and Reflections*, (New York, 1937), p. 435.

65. Heilbron, « Physics at McGill in Rutherford's Time », in *Rutherford and Physics at the Turn of the Century*, éd. par M. Bunge et W. Shea, New York, 1979, p. 49.

66. *Annual Report of the Principal*, McGill University, 1894, p. 17; E.A. Corbett, *Henry Marshall Tory. Beloved Canadian*, Toronto, 1954.

du Conseil national de recherche du Canada, Henry Marshall Tory (B.A. 1894) étudie les propriétés thermoélectriques du fer à l'aide du thermomètre de platine de Callendar, dans le cadre d'un projet qui, ainsi que le rapporte Cox dans son rapport annuel au président de l'Université, « has also an important bearing on some experiments on cylinder condensation which were carried out... by profs Nicholson and Callendar at the Thermodynamic Laboratory of the Macdonald Engineering Building⁶⁷ ». Son confrère F.H. Pitcher (B.A. Sc. 1894), note de son côté les variations de la susceptibilité magnétique des métaux en fonction de la température. Un autre diplômé en sciences appliquées, Howard Turner Barnes, vient s'ajouter à l'équipe des démonstrateurs en 1895, et Callendar le charge de préciser les causes de la variation du potentiel des piles électriques de Clark. Ces travaux de recherche serviront de base à la rédaction des premiers mémoires de maîtrise en physique présentés à l'Université McGill⁶⁸.

Après avoir fait ses preuves dans la colonie, Callendar peut retourner dans la métropole où, en 1898, il obtient un poste au University College de Londres⁶⁹. C'est maintenant au tour d'un autre étudiant de Thomson, Ernest Rutherford, de faire un pèlerinage au Canada, introduisant ainsi à McGill un nouveau domaine de recherche promis au succès que l'on sait : l'étude de la radioactivité⁷⁰. Au cours de ses neuf années à Montréal, Rutherford dirigera les travaux d'une demi-douzaine d'étudiants.

Le dernier des « pères » de la discipline de la physique au Canada, John Cunningham McLennan, sera à l'origine de ce que l'on peut appeler « l'école de Toronto ». Né en Ontario en 1867, il n'entre à l'université qu'après quelques années d'enseignement à l'école primaire de façon à pouvoir accumuler l'argent nécessaire. Produit de la section de « physique », inaugurée en 1882, McLennan obtient son diplôme de l'Université de Toronto en 1892. Il est aussitôt engagé par Loudon comme démonstrateur au laboratoire de physique. Réussissant toujours à se mettre un peu d'argent de côté, il peut enfin se payer un voyage en Europe à l'été de 1896 et visiter les grands laboratoires de physique dont celui de Wurzburg où Roentgen vient de découvrir les rayons X. Décidé à faire de la recherche, il fait inscrire dans l'annuaire de l'université pour l'année 1896-1897 (soit un an avant l'établissement du programme de doctorat) que « special arrangements may be made by graduate students for pursuing original investigations in the laboratory⁷¹ ». Conscient des limites de sa formation, il prend un congé d'un an de l'Université et se rend au laboratoire Cavendish en 1898 — juste au moment où Rutherford le quitte pour se rendre à McGill — et travaille sous la direction de Thomson sur la conductibilité électrique des gaz soumis au bombardement des rayons cathodiques. Publié dans les *Proceedings* de la Royal Society de Londres, ce travail lui vaudra, en 1900, le premier doctorat en physique décerné par l'Université de Toronto, le grade de Ph.D. ayant été institué en 1897. Ainsi aiguillonné sur les mêmes pistes que Rutherford, lui aussi un produit du Cavendish, McLennan s'entourera rapidement de quelques assistants et tentera vainement de devancer son « rival » de McGill. Néanmoins, toujours à l'affût des derniers développements de la physique,

67. *Ibid.*, p. 24.

68. Pyenson, « The Incomplete Transmission... », p. 106.

69. H.A.M. Snelders, « Callendar, Hugh Longbourne », *Dictionary of Scientific Biography*, III. New York, 1971, pp. 19-20.

70. Ce n'est pas ici le lieu de rappeler le contenu des travaux de Rutherford qui ont d'ailleurs fait l'objet d'un grand nombre de publications de la part des historiens de la physique. Voir, par exemple, A.S. Eve, *Rutherford*, London, 1939; Thaddeus J. Trenn, *The Self-Splitting of the Atom: The History of the Rutherford-Soddy Collaboration*, London, 1977, et les articles réunis dans Bunge et Shea, *Rutherford and Physics...*

71. Cité par H.H. Langton, *Sir John Cunningham McLennan. A Memoir*, Toronto, 1939, p. 15.

McLennan dirigera à Toronto un groupe qui, à partir de 1910, se spécialisera en spectroscopie et qui, jusqu'à la veille de la Seconde Guerre mondiale, constituera le véritable « centre » de la physique au Canada⁷².

V — LES DIFFICULTÉS DE LA REPRODUCTION

Parmi la vingtaine d'étudiants initiés à la recherche entre 1893 et 1907 par Callendar, MacGregor et Rutherford (McLennan ne commençant vraiment à former des étudiants qu'à partir de 1910), il ne faudrait pas croire que tous ont continué dans cette nouvelle voie et consacré leur vie à une carrière de chercheur. Si l'apprentissage du « métier », si l'on peut dire, constitue la première étape dans le processus de reproduction de l'habitus de chercheur, il faut ensuite pouvoir trouver un poste qui réunit les conditions de son exercice. Or, au tournant du siècle, seule l'institution universitaire commence à réunir ces conditions en fournissant sinon encore le temps et l'argent, du moins quelques instruments et parfois quelques assistants — ce qui permet au professeur d'entreprendre quelques travaux de recherche —, et de nouveaux postes ne seront peu à peu disponibles qu'avec l'ouverture des universités de l'Ouest entre 1904 et 1914. De six en 1900, le nombre de professeurs de physique augmentera en effet jusqu'à dix-sept en 1914⁷³.

De plus, les étudiants n'ont pas tous, à l'origine, une même formation, en sorte que selon qu'ils sont ou non ingénieurs, le spectre des emplois qui s'offrent à eux est plus ou moins diversifié. A McGill, par exemple, tous les étudiants qui arrivent au laboratoire avant la création du B.Sc. en 1898⁷⁴, excepté Tory qui est bachelier ès arts, viennent de la Faculté des Sciences Appliquées et sont formés en génie électrique. Du point de vue de la recherche, leur formation convenait parfaitement aux manipulations essentiellement électriques qu'ils devaient faire sous la direction de Callendar. Cependant, comme peu de postes s'ouvrent alors en physique, et que l'industrie engage plus volontiers des ingénieurs, les étudiants de Callendar se trouvent plutôt un emploi d'ingénieur et cessent ainsi de participer directement à la production de connaissances, par des publications, dans le champ de la physique.

Entre 1893 et 1907, les premiers efforts de formation de chercheurs déployés par MacGregor, Callendar et Rutherford ont donc permis d'initier une vingtaine de jeunes Canadiens à la recherche. De ce nombre, environ la moitié, dont tous les étudiants de Callendar à l'exception de Barnes qui demeura à McGill, se sont orientés vers l'industrie⁷⁵. Les premiers à accéder à un poste dans les universités canadiennes furent donc essentiellement des disciples de MacGregor : T.C. Hebb et D. McIntosh, et de Rutherford : R.K. McClung, R.W. Boyle. Avec McLennan et quelques autres, venus des Etats-Unis, ces jeunes chercheurs s'efforcent de consolider, au cours des années 1910, leur position institutionnelle. Car, il ne faut pas s'y méprendre, la gestation de la première génération

72. Pour plus de détails sur le rôle de McLennan dans le développement de la physique au Canada, voir Gingras, « Les physiciens canadiens... », pp. 185-89, 232-64 et 300-16 et Langton, *Sir John Cunningham McLennan...*

73. Yves Gingras, « Le développement du marché de la physique au Canada, 1879-1928 », in Jarrell et Roos, *Critical Issues...* pp. 16-30.

74. McGill rejoint ainsi les autres universités canadiennes-anglaises qui avaient adopté ce diplôme, distinct du B.A. traditionnel mais de même valeur, au début des années 1890. À cette époque, l'Université Laval offre aussi un B.Sc. mais de moindre valeur que le B.A. Voir Harris, *History of Higher Education*, p. 126.

75. Les carrières des premiers physiciens sont analysées dans Gingras, « Les physiciens canadiens... », pp. 90-96.

de physiciens formés à la recherche dans les universités canadiennes s'est faite dans des conditions plutôt artisanales, et ce, même à l'Université McGill, où les découvertes fondamentales effectuées par Rutherford ne doivent pas masquer le fait que seul le mécénat de William Macdonald comblait les carences d'une organisation universitaire qui n'était pas encore conçue en fonction du développement de la recherche.

Les universités canadiennes continuant d'être, vers le tournant du siècle, des institutions d'enseignement et non des centres de recherche, les professeurs étaient naturellement engagés pour enseigner, et le temps qu'ils consacraient à la recherche demeurait généralement marginal. Cependant, l'aspect majeur des transformations étudiées ici, ce n'est pas que les chercheurs enseignaient moins que leurs prédécesseurs, c'est qu'ils ne se définissaient plus d'abord comme professeurs mais plutôt en fonction de leurs activités de recherche. Comme on l'a dit plus haut, leur regard était maintenant tourné davantage vers le laboratoire que vers la salle de cours. C'est ce passage d'une pratique pédagogique à une pratique de la recherche qui selon nous entraînera une modification des discours traditionnels sur la « mission » des universités, et la mise en place, au tournant du siècle, de programmes de maîtrises et de doctorats.

L'émergence à la fin du dix-neuvième siècle, de la recherche scientifique, en physique tout au moins, n'est donc pas l'effet d'une nouvelle demande sociale ou des besoins de l'industrie canadienne, mais plutôt la conséquence indirecte de transformations qui, en Europe, ont affecté, au cours des années 1860 et 1870, l'enseignement scientifique universitaire et fait une plus large place au laboratoire comme lieu de formation. Cependant l'infiltration, dans le système universitaire canadien, de cette nouvelle génération de professeurs-chercheurs, a été grandement facilitée par la croissance de l'enseignement scientifique suscité par le développement de l'enseignement du génie qui lui, répond directement aux besoins de l'industrialisation du pays.

Pour sortir de leur marginalité, les chercheurs devaient diffuser plus largement leurs discours sur l'importance de la recherche scientifique et sortir en somme des murs de l'université. Ce n'est toutefois qu'au cours des années 1910 que le mouvement en faveur de la recherche industrielle, stimulé par la conjoncture de la Première Guerre mondiale, donnera au thème de l'importance de la recherche scientifique une portée nationale et mènera à la création, en 1916, du Conseil national de recherches du Canada. Par ses programmes de bourses aux étudiants de deuxième et troisième cycles en sciences, et de subventions aux chercheurs, cette institution fédérale contribuera fortement à accélérer la croissance du nombre de chercheurs scientifiques canadiens et à consolider leur position au sein des universités canadiennes⁷⁶.

76. Sur ces transformations, voir Y. Gingras, « The Institutionalization of Scientific Research in Canadian Universities: the Case of Physics », *Canadian Historical Review*, LXVII, n° 2, 1986, pp. 181-94; *Id.*, « Croissance de la recherche scientifique et transformation de la section III de la société royale du Canada », *Scientia Canadensis*, X, n° 1, 1986, pp. 53-71.