L'ESSOR DES MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES AUX ÉTATS-UNIS : L'IMPACT DE LA SECONDE GUERRE MONDIALE

Amy DAHAN DALMEDICO (*)

RÉSUMÉ. — Depuis une vingtaine d'années, les historiens des sciences ont étudié le rôle de la seconde guerre mondiale dans l'évolution de la physique aux États-Unis. Ils ont mis en évidence les mutations dans les pratiques scientifiques et les changements de comportements sociaux et culturels qui en ont découlé. Cet article s'intéresse de manière analogue au cas des mathématiques. Nous analysons les formes institutionnelles mises en place par les militaires au cours des années de guerre pour collaborer avec les mathématiciens, l'essor de nouveaux champs en mathématiques appliquées et les principaux groupes engagés dans ces travaux. Les anciennes divisions et hiérarchies entre branches mathématiques en sont bouleversées. Une figure de mathématicien socialement et culturellement différente émerge; John von Neumann en est l'exemple symbolique. Nous étudions ensuite la consolidation dans l'après-guerre de quelques centres réputés, en premier lieu le Courant Institute, et les efforts d'institutionnalisation des mathématiques appliquées aux États-Unis tant au plan de la recherche que de l'enseignement; nous évoquons aussi les résistances rencontrées. Dans la dernière partie, nous avançons quelques éléments de réponse à la question suivante : pourquoi, en dépit de cet essor incontestable, les mathématiques appliquées ont-elles été marginalisées dans la communauté mathématique internationale jusque dans les années 1970 ?

ABSTRACT. — THE RISE OF APPLIED MATHEMATICS IN THE UNITED STATES : THE IMPACT OF THE SECOND WORLD WAR. Over the past twenty years, historians of science have examined the role played by the Second World War in the development of physics in the United States. They have pointed to upheavals in scientific practices and consequent changes in social and cultural behaviours. The present paper is concerned with similar topics, taking the case of mathematics. Institutional patterns are analysed, as set up by the military during the war years, to allow ongoing collaboration with mathematicians, and the rise of new fields in applied mathematics is examined, together with the major groups involved in such work. Established divisions and hierarchies, as prevailing of old between branches of mathematics, underwent upheavals in the process. The emergence is noted of a socially and culturally different

(*) Texte reçu le 12 janvier 1996, révisé le 18 novembre 1996.

Amy DAHAN DALMEDICO, UPR 21, CNRS, 27 rue Damesme, 75013 Paris (France).
Courrier électronique : dahan@poly.polytechnique.fr.

persona for the mathematicians; John von Neumann being the symbol and exemplar of such a type. The post-war consolidation of a number of centers of repute is then surveyed, most notably with the case of the Courant Institute, along with the attempts to achieve institutionalisation of applied mathematics in the United States, be it as a research activity or at university faculty level, as well as the resistances encountered. Finally, the paper addresses — and proffers some tentative answers — the following question: Why, in spite of questioned advances in the field, was the discipline of applied mathematics sidelined and marginalised in the international mathematical community, up till the 1970s?

À la mémoire de Gérard Dahan

INTRODUCTION

Depuis une vingtaine d'années, de nombreux travaux d'histoire et de sociologie des sciences, principalement américains, ont étudié les conditions nouvelles du développement de la physique aux États-Unis, pendant et après la deuxième guerre mondiale. C'est en effet dans les décennies 1940 et 1950 que la science a pris une place cruciale — qu'elle ne devait plus quitter — dans la société américaine, au cœur du politique, de l'économique et du militaire. Une alliance nouvelle s'est nouée entre hommes de science et hommes de pouvoir, civil et militaire, alliance dont les termes n'ont été remis en question que dans les années 1990, avec la mondialisation de la crise économique et l'effondrement du bloc soviétique.

Ce processus fut successivement marqué par le projet Manhattan de construction des deux bombes atomiques, la guerre de Corée et la guerre froide, le développement à grande échelle de l'électronique de défense et des grands ordinateurs, enfin la course aux lanceurs et à l'espace. Les études de ces historiens des sciences¹ ont montré non seulement que cette mutation des rapports science-société a eu des conséquences économiques et sociales, mais également que les pratiques scientifiques en ont été transformées. Comme l'a noté Dominique Pestre [1992], la différence entre un

¹ Mentionnons quelques noms de chercheurs américains, parmi de nombreux autres : Forman, Galison, Hoch, Kevles, Mendelsohn, Schweber, etc. pour lesquels on pourra consulter notre bibliographie. Citons seulement ici trois publications collectives significatives de ces recherches : *The restructuring of physical sciences in Europe and the United States, 1945–1960* [de Maria 1989]; *Science, technology and the military* [Mendelsohn et al. 1988]; et l'une des plus récentes, *National military establishments and the advancement of science and technology* [Forman et Sánchez-Ron 1996].

physicien expérimentateur au tournant du siècle (pensons par exemple à Pierre Curie ou Jean Perrin) et un physicien des hautes énergies travaillant à Los Alamos ou au CERN n'est pas seulement d'échelle, elle est aussi *culturelle*.

Enfin un dernier point, souligné par ces travaux, et qui n'est pas le moins controversé : quelques-uns de ces auteurs, Paul Forman notamment², affirment que les questions épistémologiques elles-mêmes — qu'elles soient relatives aux théories physiques, au statut des objets, à la nature des consensus scientifiques, etc. — en ont été aussi bouleversées. En bref, ces auteurs suggèrent qu'une conception *pragmatique* de la science se serait imposée, dont l'objectif essentiel serait désormais d'obtenir des modèles ou des éléments de théorie pourvu qu'ils soient prédictifs, opérationnels et susceptibles d'applications, au détriment de l'idéal antérieur d'une connaissance approfondie, fondamentale, cohérente des phénomènes et des lois de la nature³.

Nous voulons montrer ici que les mathématiques n'échappent pas à ce mouvement historique général, même si l'ampleur y est sans doute plus limitée qu'en physique. De nouveaux secteurs techniques ont connu un développement décisif à partir de la seconde guerre mondiale⁴ : contrôle et commande, guidage, surveillance et détection, communications, contrôle des processus, traitement des données, télémétrie, etc. Or, des théories mathématiques y interviennent de manière décisive ; citons : l'analyse harmonique, les processus stochastiques, les équations différentielles et aux dérivées partielles, la théorie de l'information, la théorie des corps finis (pour le codage des signaux), etc. Il est déjà bien établi qu'un énorme bloc d'analyse mathématique et de méthodes numériques a joué un rôle crucial dans plusieurs domaines déterminants de la défense et de l'économie, comme le nucléaire et l'aéronautique.

Nous proposons dans cet article une première approche du sujet. On a très souvent invoqué le caractère de « pureté » à propos des mathématiques, ce qui est toujours synonyme d'*indépendance* vis-à-vis de tout contexte extérieur et de toute interaction avec d'autres disciplines scientifiques. Nous pensons utile de montrer *a contrario* que les orienta-

² Voir, par exemple, Forman [1987], mais on peut lire aussi Cini [1980].

³ Sur ce point, voir notamment Pickering [1985], Schweber [1986].

⁴ Pour une description plus complète de ces secteurs, voir Godement [1978–79].

tions et le développement des mathématiques ont été clairement affectés par le contexte historique : des branches nouvelles ont pris leur essor, d'autres problèmes se sont posés, l'image même du mathématicien vue par ses pairs s'est modifiée. . . En contrepoint, des choix comme ceux de l'école mathématique française semblent n'avoir pas forcément la nécessité interne et l'universalité qu'on a bien voulu longtemps leur prêter.

La question de la « pureté » des mathématiques mérite d'ailleurs d'être traitée avec prudence, dans la mesure où la distinction et la hiérarchie entre le *pur* et l'*appliqué* ont beaucoup varié au cours de l'histoire. Par exemple, le clivage entre *mathématiques pures* d'une part, *mathématiques appliquées* de l'autre, ces dernières restant au rang d'une technique, dans une place subordonnée, n'est absolument pas pertinent, à notre avis, au XVIII^e siècle. Il semble s'être cristallisé en ces termes dans la première partie du XX^e siècle. Il pouvait paraître encore raisonnable de le perpétuer ainsi à l'époque de la deuxième guerre mondiale. Mais si cette situation a peu ou prou perduré en France, jusque récemment, elle s'est, au moins en partie, inversée aux États-Unis. Certains mathématiciens américains n'hésitent pas à affirmer aujourd'hui, face à l'extraordinaire élargissement du champ d'intervention des mathématiques, que les mathématiques pures ne sont plus qu'un sous-domaine restreint des mathématiques appliquées, à savoir ce qu'on peut formaliser et rendre rigoureux. Par conséquent, la montée en puissance des mathématiques appliquées, accentuée encore par les pratiques de modélisation et de simulation numérique, appellerait fondamentalement un réexamen historique et épistémologique de la notion même d'*application*, que nous n'effectuerons pas ici⁵.

Une dernière question, proprement historique, subsistera au terme de notre étude : comment expliquer que les mathématiques appliquées, qui ont connu aux États-Unis un tel développement au cours de la deuxième guerre mondiale et au lendemain de cette dernière, soient restées relativement « marginalisées » dans la communauté mathématique internationale, et ceci jusqu'au début des années 1970 au moins ? Nous avancerons dans la dernière partie de cet article quelques réflexions relatives à cette interrogation.

⁵ À propos de cet examen, on peut voir [Israël 1996] qui contient une importante bibliographie sur ce sujet.

1. LE PAYSAGE MATHÉMATIQUE AMÉRICAIN DANS L'IMMÉDIAT AVANT-GUERRE

Dans la première moitié du XX^e siècle, l'école mathématique américaine est marquée par de fortes tendances à l'abstraction. Ses deux chefs de file, du point de vue institutionnel, sont le grand spécialiste des systèmes dynamiques et disciple de Poincaré, George D. Birkhoff à Harvard, et l'un des fondateurs de la géométrie différentielle moderne, Oswald Veblen à Princeton. Tandis que dans les années 1920 et 1930 l'industrie américaine gagne en puissance, très peu de mathématiciens américains du milieu *académique* s'intéressent aux applications ou ont des contacts avec le monde industriel⁶. Par exemple, Edwin Bidwell Wilson (1888–1964) qui, après avoir collaboré avec Gibbs, est devenu un statisticien appliqué à la Harvard School of Public Health, critique vivement en 1931 l'intérêt exclusif de l'American Mathematical Society (AMS) pour les mathématiques pures. Au cours de la huitième « Josiah Willard Gibbs Lecture »⁷, il déclare :

«It is well known that this Society through all of its life has been chiefly in control of those interested in research in pure mathematics. It is also well known that the group of American students who went to Germany to study mathematics in the late eighties and early nineties, at the very time when Klein was emphasizing the need in Germany of a greater attention to applied mathematics, came back to this country with a determination to promote only pure mathematics» [Wilson 1931, p. 415].

Wilson pense que les mathématiciens purs ont bloqué le développement des mathématiques appliquées en prenant le contrôle du Département de mathématiques de l'université de Harvard et de celui de la section de l'Académie des sciences. De fait, dans une adresse conjointe à l'AMS et à l'Association Américaine pour l'Avancement des Sciences (AAAS), dont il était alors président, Veblen affirme en 1929 qu'il n'existe pas de mathématiques appliquées, considérant que croire le contraire est là une

⁶ Voir Reich [1985], Wildes et Lindgren [1985].

⁷ Gibbs est mort en 1903. Vingt ans après sa mort, la Société a créé cette conférence qui est régulièrement prononcée à une réunion annuelle que l'AMS tient conjointement avec l'AAAS la dernière semaine de décembre. La tradition s'est progressivement instaurée de consacrer la « Gibbs Lecture » à des sujets situés à l'interface des mathématiques et d'un autre domaine scientifique.