

L'« ÉTUDE F2A N. 105 »
DE J. KAMPÉ DE FÉRIET ET G. FOËX À GÂVRE :
MATHÉMATIQUES, INSTRUMENTS ET TECHNIQUES
PHOTOGRAPHIQUES EN BALISTIQUE (1918–1919)

Antonietta Demuro

Résumé. — Dans cet article nous nous proposons d'analyser l'« *Étude F2a n. 105* » [SHD-Marine, série H, Archives de la Commission de Gâvre], réalisée par le mathématicien Joseph Kampé de Fériet et le physicien Gabriel Foëx pendant leur mobilisation scientifique à la Commission de Gâvre. D'environ 330 pages, ce dossier autographié et lithographié contient l'ensemble des travaux expérimentaux que les deux scientifiques ont effectués à propos de l'usage de la photographie dans l'étude du mouvement d'un projectile. L'étude de ce dossier militaire se structure sur trois lignes d'analyse : une analyse en termes d'acteurs, qui conduit à discuter les conditions d'exercice d'une interdisciplinarité et le mode d'interactions entre acteurs mathématiciens et non-mathématiciens ; une ligne plus épistémologique qui se focalise sur les rapports entre les savoirs mathématiques et les techniques

Texte reçu le 24 février 2020, accepté le 29 juin 2020, révisé le 20 mars 2021, version finale reçue le 8 juin 2021.

Antonietta Demuro, Univ. Lille, Université de Paris, Univ Paris Est Creteil, CY Cergy Paris Université, UNIROUEN, UMR 4434 LDAR, F-59000 Lille, France.

Courrier électronique : antonietta.demuro@univ-lille.fr

Classification mathématique par sujets (2000) : 01A60, 01A74.

Mots clefs : Balistique, instruments photographiques, Commission de Gâvre, savoirs mathématiques, Première Guerre mondiale.

Key words and phrases. — Ballistics, photographic instruments, Commission de Gâvre, mathematical knowledge, World War I.

Les premières idées de ce travail ont été présentées lors du colloque de la *Revue d'Histoire des Mathématiques* (Turin, le 15 et le 16 octobre 2018), organisé par le comité de rédaction de la revue. Je tiens à remercier les participants à ce colloque pour m'avoir encouragée à développer ces idées et à rédiger cet article. Je suis très reconnaissante aux rapporteurs anonymes qui, avec leurs remarques bienveillantes et leurs conseils, ont amélioré le texte et l'ont enrichi. Enfin, et pas des moindres, je souhaite remercier Loïc Petitgirard et Rossana Tazzioli pour la relecture de l'article et pour leurs précieuses suggestions durant mes recherches.

expérimentales mises en œuvre dans le cadre de la balistique ; enfin une analyse qui considère les modes de circulation des savoirs et les transferts technologiques opérés suite aux expériences détaillées dans le dossier. Ces aspects déboucheront sur quelques éléments de réflexion concernant la spécificité de la trajectoire de Kampé de Fériet dans la reconfiguration du paysage mathématique moderne, caractérisé par un intérêt renouvelé pour les mathématiques appliquées, les travaux expérimentaux en équipe et par un renforcement des liens entre les universités, l'industrie et les institutions militaires.

Abstract (The “Étude F2a n. 105” of J. Kampé de Fériet et G. Foëx in Gâvre: Mathematics, instruments and photographic techniques in ballistics (1918–1919))

In this article we propose to analyze the “*Étude F2a n. 105*” [SHD-Marine, series H, Archives de la Commission de Gâvre], produced by the mathematician Joseph Kampé de Fériet and the physicist Gabriel Foëx during their scientific mobilization to the Commission de Gâvre. Approximately 330 pages long, this autograph and lithographed file contains the experimental work that the two scientists carried out about the use of photography in the study of a projectile. This military file is analyzed from three perspectives: an analysis in terms of actors, which leads to a discussion about the conditions for exercising the interdisciplinarity and the mode of interactions between mathematicians and non-mathematicians; a more epistemological analysis which focuses on the relationship between mathematical knowledge and the experimental techniques in the field of ballistics; and finally an analysis which considers the modes of circulation of knowledge and technological transfers following the experiments detailed in the military file. These aspects lead to some reflections concerning the specificity of Kampé de Fériet's trajectory in the reconfiguration of the mathematical landscape, characterized by a stronger focus on applied issues, experimental work in a team and stronger links between universities, industry and military institutions.

INTRODUCTION

Pendant la Première Guerre mondiale, plusieurs mathématiciens ont participé activement à la guerre en tant que scientifiques. Mobilisés dans plusieurs institutions militaires partout en France¹, leur implication touche plusieurs niveaux (la recherche, de l'éducation, la politique et les affaires militaires) et concerne diverses disciplines de la guerre notamment l'aérodynamique, la balistique, l'acoustique, la cryptologie, l'optique, la cartographie, et le repérage par le son ([Aubin & Goldstein

¹ À titre d'exemple nous pouvons mentionner les Commissions d'expériences de Bourges, de Calais, de Châlons, et de Gâvre, la Direction des inventions intéressant la défense nationale, le centre balistique de Bourg d'Oisans et le Service Technique de l'Artillerie Navale.

2014], [Aubin et al. 2014]). Parmi les différentes raisons de leur participation scientifique à la guerre, il y a une prise de conscience que les problèmes de guerre – toujours plus complexes suite à l'arrivée de l'artillerie lourde, des aéronefs et des tirs à des altitudes plus élevées – ne sont plus seulement une question d'artillerie. Ces problèmes nécessitent également un effort intellectuel et un développement de nouvelles techniques et de nouvelles connaissances [Aubin 2014, 327]. En ce qui concerne le cas spécifique de la balistique, les mathématiciens contribuent à la mise en place de différentes méthodes analytiques, numériques, graphiques et expérimentales dans l'étude du mouvement d'un projectile et dans la création de tables de tir².

À la Commission de Gâvre, par exemple, les mathématiciens mobilisés mettent leurs connaissances mathématiques d'avant guerre au service de la balistique. Ils étudient les solutions exactes ou approchées de l'équation de la trajectoire d'un projectile à l'aide de machines à calcul élémentaires, de règles à calcul et de tables numériques. Sur un plan plus pratique, certains mathématiciens participent activement aux travaux en équipe des officiers de l'artillerie navale de la commission. Ils apportent de l'aide à l'étude de la position des canons allemands, à l'organisation des tirs aériens, à la cinématographie des phénomènes gazeux et à la mise en place de méthodes et d'appareils pour déterminer expérimentalement des données nécessaires à la création des tables de tir. Dans ce dernier cas, le recours à la photographie met à disposition des expérimentateurs, des techniques peu coûteuses permettant de déterminer la vitesse initiale d'un projectile sous des grands angles de tir destinés aux tirs anti-aéronefs³. Dans ce contexte caractérisé par différents milieux professionnels en interaction, la dimension technologique du travail de ces mathématiciens n'est

² Cette ouverture des institutions militaires aux mathématiciens n'est pas inexistante avant la Première Guerre mondiale. Par exemple, au sein de la Commission des Inventions, les relations entre les scientifiques civils et les officiers se sont renforcées surtout à partir du 1894, année où la commission s'ouvrait à quelques membres de l'Académie des Sciences [Roussel 1989] et [Galvez-Behar 2005]. Le cas d'Henri Poincaré est un autre exemple. Membre du Bureau des longitudes, sa correspondance montre comment ce mathématicien collabore avec des individus de milieux variés, notamment des académiciens, des officiers, des marins et des fabricants d'instruments de précision [Walter et al. 2016].

³ Sur le rôle de la photographie dans l'artillerie à cette époque voir le rapport sur l'état actuel de la balistique extérieure appliquée de Charbonnier, document datant du 28 février 1919 et conservé dans les archives de la Commission de Gâvre [SHD-Marine, série H, Archives de la Commission de Gâvre]. Il a été également publié [Charbonnier 1924].

pas absente et peut interagir avec les connaissances mathématiques mobilisées. C'est le cas, par exemple, de Joseph Kampé de Fériet (1893–1982). Mobilisé à la Commission de Gâvre entre 1915 et 1919, ce mathématicien collabore avec le physicien Gabriel Foëx (1887–1963) pour la mise en place d'une technique photographique visant à étudier la vitesse initiale d'un projectile. Cette technique permet de déduire la vitesse pour des angles de tir jusqu'à 70 degrés sans recourir à des artifices coûteux comme les cadres-cibles. Dans ce but, Kampé de Fériet et Foëx conçoivent et fabriquent un appareil photographique pour tester et améliorer leur méthode. Les séances de tir sont effectuées par eux-mêmes en fonction de différentes conditions de la pose de l'appareil : la dimension et la vitesse du projectile, la distance entre l'appareil et le plan de tir, l'état du ciel etc. L'ensemble de leurs travaux conduit au polygone de Gâvre entre 1918 et 1919 forme un dossier autographié et lithographié marqué sous le titre *Étude F2a n. 105*, d'environ 300 pages et conservé aux archives de la Commission de la Gâvre⁴.

L'objectif de cet article est l'analyse de l'*Étude F2a n. 105* de Kampé de Fériet et de Foëx. L'étude de ce dossier militaire se structure sur trois lignes d'analyse : une analyse en termes d'acteurs, qui conduit à discuter les conditions d'exercice d'une interdisciplinarité et le mode d'interactions entre acteurs mathématiciens et non-mathématiciens ; une ligne plus épistémologique qui se focalise sur les rapports entre les savoirs mathématiques et les techniques expérimentales mises en œuvre dans le cadre de la balistique ; enfin une analyse qui considère les modes de circulation des savoirs et les transferts technologiques opérés suite aux expériences détaillées dans le dossier.

La première partie est consacrée au contexte institutionnel et scientifique dans lequel l'*Étude F2a n. 105* a été réalisée. Dans un premier temps, nous donnerons quelques éléments sur la Commission de Gâvre, sur l'arrivée des mathématiciens au polygone à partir de 1915, et sur leur rôle scientifique pendant la guerre. Ensuite, nous présenterons quelques contributions théoriques et expérimentales des mathématiciens mobilisés. Une attention particulière sera portée au domaine de la balistique extérieure, en particulier aux méthodes analytiques et numériques d'intégration des équations de la trajectoire d'un projectile. Enfin, nous nous focaliserons sur le rôle scientifique Kampé de Fériet et de Foëx à la Commission de Gâvre, en essayant de donner quelques éléments à propos de leur collaboration dans le cadre d'un travail expérimental.

⁴ [SHD-Marine, série H, Archives de la Commission de Gâvre].

Dans la deuxième partie nous entrerons au cœur du dossier technique. Tout d'abord, notre objectif sera de décrire le fonctionnement de l'appareil photographique et de la méthode d'évaluation de la vitesse initiale des projectiles à partir de la lecture des clichés produits. La compréhension de leur fonctionnement nous permettra ensuite d'analyser d'un point de vue épistémologique l'articulation entre la technique photographique et l'outillage mathématique en jeu. À ce propos, nous décrirons les différentes étapes du processus d'instrumentation de la technique mise en place par Kampé de Fériet et Foëx pour déterminer la vitesse initiale d'un projectile. De la production du cliché jusqu'à l'aboutissement du résultat final, nous verrons comment la combinaison mixte d'artefacts et de modes d'usage intervient dans l'articulation entre les courbes produites par des moyens photographiques et mécaniques (les enregistrements du tracé du projectile sur le cliché obtenus) et les courbes produites par des moyens mathématiques. Dans un dernier temps, nous nous questionnerons sur la place du dossier dans deux contextes plus larges : le renouvellement des pratiques expérimentales autour de l'emploi de la photographie dans l'artillerie et le problème de la trajectoire d'un projectile au sein des interactions entre théorie et pratique en balistique pendant le xx^e siècle.

La troisième partie abordera la question de la circulation des savoirs développés dans le dossier, d'abord dans les milieux militaires en balistique, et ensuite dans les milieux académiques en mécanique des fluides. Le transfert de la technique photographique de la balistique à la mécanique des fluides nous donnera l'occasion de réfléchir sur la spécificité de la trajectoire de Kampé de Fériet dans la reconfiguration du paysage mathématique moderne. Après sa démobilisation de la Commission de Gâvre, Kampé de Fériet continuera d'utiliser la photographie en mécanique des fluides expérimentales, allant même jusqu'à l'usage de la cinématographie. En tant que directeur de l'Institut de Mécanique des Fluides de Lille (IMFL, 1929–1945), il travaillera avec son équipe pour mettre en place des techniques photographiques et cinématographiques visant à étudier le mouvement des nuages. Ces techniques se révéleront très utiles dans la réalisation des prises de vues du ciel et dans l'étude de la turbulence atmosphérique pendant les campagnes aérologiques organisées par la Commission de la Turbulence Atmosphérique du ministère de l'Air, en suscitant l'intérêt des ingénieurs aéronautiques et des spécialistes de météorologie autour de la commission internationale d'étude du vol sans moteur (ISTUS). Afin de saisir quelques éléments de sa spécificité, nous analyserons son rôle d'expérimentateur durant et après la guerre, dans un paysage mathématique caractérisé par un intérêt renouvelé pour les ma-