



**HAL**  
open science

## Une étude de trajectoire. Kyrille Popoff, les guerres et la balistique

Laurent Mazliak

► **To cite this version:**

| Laurent Mazliak. Une étude de trajectoire. Kyrille Popoff, les guerres et la balistique. 2011. <hal-00544318v2>

**HAL Id: hal-00544318**

**<https://hal.science/hal-00544318v2>**

Preprint submitted on 12 Oct 2011

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# Une étude de trajectoire

*Kyrille Popoff, les guerres et la balistique*

Laurent MAZLIAK<sup>1</sup>

12 octobre 2011

## Abstract

In this paper, we follow the surprising trajectory of Kiril Popoff (1880-1966), a Bulgarian astronomer and mathematician who specialized in ballistics during the Great War and was invited in the 1920s to teach a course on the subject at Paris University. To complete the picture, we also present the social and political context of Bulgaria at the beginning of 20th Century.



**Kyrille Popoff (1880-1966)**

## INTRODUCTION

Un jour de mai 1924, Kyrille Popoff (1880-1966), professeur de mathématiques à l’université de Sofia, reçoit une carte d’Emile Picard, professeur à la faculté des sciences de l’Université de Paris, et secrétaire perpétuel de l’Académie des Sciences, ainsi libellée : “*J’ai reçu votre très intéressant travail ; je soutiens votre candidature*”. La candidature dont il s’agit concerne un cours libre à la Sorbonne pour l’année universitaire 1924-1925, dont le sujet est la balistique et son approche par de nouvelles méthodes mathématiques. Popoff avait signalé à Jacques Hadamard quelques semaines plus tôt avoir obtenu de nouveaux résultats dans ce domaine, et un important article de lui venait d’être publié dans le Mémorial de l’Artillerie française ([25]). Hadamard, qui connaissait Popoff pour avoir présenté deux notes de lui aux Comptes-Rendus de

---

1. Laboratoire de Probabilités et Modèles aléatoires, Université Paris VI, France. laurent.mazliak@upmc.fr

l'Académie des Sciences de Paris en 1922 avait alors conseillé à son collègue bulgare de soumettre sa proposition de cours libre à Picard.

Popoff vint en effet à Paris pendant l'année scolaire 1924-1925 (en fait pendant le second semestre) faire une série de cours qui sera publiée la même année à la fois dans le Mémorial de l'Artillerie française et sous forme d'un opuscule préfacé par Emile Picard ([26]).

Il n'y a rien là à première vue que de très habituel dans le cadre d'échanges scientifiques. Pourtant derrière ce tableau standard se dissimulent plusieurs questions cruciales pour tenter de comprendre mieux cette histoire. Car le contexte particulier de la période dont nous parlons rend les choses moins banales qu'il n'y paraît. En 1924, la Première Guerre mondiale est finie depuis six ans et les traités de paix qui organisent la carte politique de l'Europe signés depuis cinq ans. Or, la Bulgarie dont provient Kyrille Popoff, appartient au camp des vaincus, étant entrée en guerre au côté des Empires Centraux en septembre 1915. La signature du traité de Neuilly en novembre 1919 lui a imposé de dures conditions de réparation et de tutelle de la part des pays de l'Entente (voir [3]), et tout spécialement de la France qui tient à donner des gages à ses alliés dans les Balkans, la Roumanie, la Grèce et la toute jeune Yougoslavie (le Royaume des Serbes, Croates et Slovènes) dont elle a toujours soutenu avec zèle la politique (au grand dam de l'Italie - voir [15]) . Ainsi au début des années 1920 la Bulgarie se retrouve assez isolée.

Or, comme on le voit, c'est très rapidement que Popoff se retrouve invité à la Sorbonne, qui plus est avec le soutien de Picard, qui depuis 1918 n'a de cesse de se montrer intraitable pour mettre au ban des nations civilisées les ressortissants des anciens pays ennemis. Élément d'étonnement supplémentaire, il vient y professer des thèmes étroitement liés à des recherches militaires qu'il a menées pendant le conflit et qui ont été récupérés dès 1917, et sans doute mises en application, par l'artillerie des Empires Centraux.

La documentation d'archives sur ce surprenant enchaînement est malheureusement assez ténue. D'étranges coïncidences font que Popoff est passé à travers beaucoup de mailles d'un filet qui nous aurait permis de le suivre à la trace. Un exemple de cette situation est le rôle joué en 1921 par l'astronome Henri Chrétien que Popoff a bien connu lors d'un premier séjour en France avant la guerre. Bien que les archives de Chrétien aient été en grande partie conservées à l'Observatoire de Nice, sa probable correspondance avec le mathématicien bulgare ne semble pas s'y trouver. Un espoir d'en apprendre d'avantage résidait dans les abondants échanges entre Chrétien et sa femme à laquelle il racontait beaucoup d'aspects de sa vie professionnelle alors qu'il était en mission à Berlin. Mais, pour notre malchance, l'importante rencontre entre Chrétien et Popoff à l'été 1921 à Berlin, dont nous reparlerons plus loin, se situe à un moment où Madeleine Chrétien s'y trouve aussi

et il n'existe donc pas de lettres entre les époux où Popoff soit évoqué. Ce n'est là qu'un des multiples exemples des déceptions auxquelles j'ai été confronté lors de la visite à de nombreuses sources d'archives (Archives nationales françaises et bulgares, archives universitaires ou des Académies des Sciences de Paris ou de Sofia, archives militaires, archives des affaires étrangères, archives de la police etc. ). Tel une anguille, Popoff semblait sans cesse se dérober aux investigations ou n'a laissé du moins que des traces succinctes.

Nous avons néanmoins heureusement à notre disposition un document exceptionnel sous la forme d'une autobiographie écrite par Popoff au début des années 1960, et publiée à Sofia en 1993 par les presses de l'Université ([27]). Ce texte foisonnant, où le mathématicien bulgare raconte sa vie personnelle et professionnelle, dresse un tableau saisissant d'un demi-siècle de travail sur fond de l'histoire politique mouvementée de l'Europe. Popoff, grand voyageur qui se sent une responsabilité morale vis à vis du rayonnement de la science bulgare à l'étranger, bougea beaucoup, et il raconte par le menu la vie personnelle et scientifique qu'il mena. Parmi ses destinations de prédilection, la France occupe clairement le premier rang puisque c'est en France qu'il a achevé sa spécialisation juste avant la guerre en soutenant un thèse d'astronomie à la Sorbonne en 1912. Et Popoff nous offre de multiples descriptions détaillées de ses séjours en France, d'abord comme étudiant et comme astronome stagiaire, puis comme enseignant et chercheur.

Je voudrais dans cet article me concentrer plus précisément sur l'aspect de cette riche vie qui m'a attiré les yeux sur Popoff : son arrivée en France comme professeur invité à la Sorbonne en 1924. De ce fait, je me contenterai dans une première partie d'une rapide présentation biographique du personnage avant ce moment. Il est clair qu'il serait très intéressant d'étudier plus en détail d'autres périodes, et notamment l'apprentissage dans les observatoires français au début du 20ème siècle. Dans une deuxième partie, je présenterai, rapidement encore, la situation bulgare aux alentours de la Première Guerre mondiale. La troisième partie sera consacrée plus spécifiquement au travail de balistique de Popoff. Enfin, dans une quatrième partie, nous verrons par quels chemins ce travail de balistique d'un ressortissant d'un pays ennemi va se trouver propulsé en France et couronné en 1926 par le Prix Montyon de l'Académie des Sciences.

## 1. QUELQUE REPÈRES BIOGRAPHIQUES SUR KYRILLE POPOFF AVANT 1914

Né en 1880 dans une Bulgarie indépendante depuis deux ans, Kyrille Atanassoff Popoff suit des études générales au lycée de Varna au bord la mer Noire. Il y acquiert entre autres une fine connaissance de langues étrangères, et notamment du français, ainsi qu'une solide formation musicale. Il décide en 1898 de s'inscrire en 1898 comme étudiant à la

faculté de physique et mathématique de l'Université de Sofia dont il termine le cycle en 1902. Il devient alors pendant deux ans professeur de lycée à Svichtov puis à Kazanlyk, années pendant lesquelles il se familiarise avec les travaux des physiciens contemporains, en particulier Ernst Mach et surtout Henri Poincaré qui auront une profonde influence sur sa formation scientifique. En 1904, il apprend sa nomination comme assistant auprès de la chaire d'astronomie de la faculté de physique et mathématique de Sofia auprès de Marin Bochvarov. C'est son premier contact avec la recherche scientifique, et l'observation astronomique pour laquelle il se prend de passion. Il décide alors de préparer une thèse et Bochvarov lui propose de prendre contact avec l'observatoire de Nice. La raison du choix de cette destination n'est pas complètement claire. Dans son autobiographie, Popoff évoque seulement le fait que l'université de Sofia recevait très régulièrement les publications de l'observatoire qu'il avait étudié dans le détail. On peut émettre aussi l'hypothèse que le rayonnement singulier de cet établissement, alors un des plus modernes du monde, créé une vingtaine d'années plus tôt par la volonté du riche banquier Bischoffsheim, avait convaincu Bochvarov qu'il serait un bon point de chute pour un jeune débutant (voir [14]). Bochvarov écrivit à Nice en juin 1906 par la voie diplomatique pour demander l'autorisation pour Kyrille Popoff de séjourner à Nice. La réponse cependant ne vint pas, et Bochvarov se résolut alors à envoyer son jeune protégé attendre en Allemagne, aux observatoires de Munich puis de Heidelberg. A Heidelberg, il prend connaissance de la thèse de l'astronome Simonin, qui est en poste à Nice, sur le mouvement de Hécube et les perturbations de Jupiter et cela le renforce dans son intention d'aller en France. En décembre 1906, n'ayant toujours pas de nouvelles, Popoff décide d'écrire directement au directeur de l'observatoire, le général Bassot, qui lui répond, étonné, avoir depuis longtemps donné son accord pour sa venue. Une lettre trouvée dans les archives administratives de l'observatoire de Nice<sup>2</sup> ne corrobore pas tout à fait cette version proposée par Popoff dans son autobiographie. Le 1er décembre 1906, Bassot écrit au vice-recteur de l'Académie de Paris, Louis Liard, l'observatoire de Nice étant devenu quelques mois plus tôt à la mort de Bischoffsheim une annexe de l'université de Paris.

*En reponse à votre lettre du 24 novembre concernant l'admission de Mr Popoff, de l'observatoire de Sophia, comme assistant non rétribué à l'observatoire de Nice, j'ai l'honneur de vous faire connaître que, en principe, je ne vois aucun inconvénient à ce qu'il soit donné une*

---

2. Archives Observatoire de Nice. Correspondance avec l'Académie de Paris

*réponse favorable au désir exprimé par l'agent diplomatique de Bulgarie à Paris. Pour être en mesure de donner un avis définitif, j'aurais besoin d'avoir quelques renseignements sur les études d'astronomie que M.Popoff a déjà faites, sur celles qu'il voudra compléter à Nice, sur la durée, plus ou moins prolongée, qu'il pourrait y consacrer. M.Popoff serait logé gratuitement à l'observatoire de Nice et il doit être entendu qu'il serait soumis aux mêmes obligations de service, observation et calcul, que les astronomes de l'établissement. Il me paraît désirable que l'on invite M.Popoff à se mettre en relations avec moi pour traiter ces diverses questions.*

Comme on le voit, c'est donc sur la demande de Bassot que Popoff se met en relation avec lui pour fixer les modalités de son séjour à Nice. Le 17 février 1907, Bassot écrit de nouveau à Liard :

*J'ai l'honneur de vous faire connaître que les renseignements que m'a fournis le jeune savant sont de nature à me permettre de donner mon adhésion complète à la proposition qui a été faite par l'agent diplomatique de Bulgarie à Paris. M.Popoff a fait son éducation scientifique à l'université de Sofia et après être resté quelque temps à l'observatoire de cette ville fait actuellement un stage à l'observatoire d'Heidelberg. Il s'engage à rester au moins un an à l'observatoire de Nice. Il y aurait lieu, si vous partagez ma manière de voir, de faire informer M.Popoff, par la voie diplomatique qu'il peut venir à Nice dès le mois de mars comme il en a exprimé le désir.*

Le jeune bulgare arrive en fait à Nice le 6 avril 1907, et est immédiatement engagé dans les travaux de l'observatoire, comme Bassot l'écrit de nouveau à Liard le 12 avril. Cette lettre semble par ailleurs montrer que Popoff a fait une très bonne impression sur Bassot, qui vient à peine de faire sa connaissance, puisqu'il écrit

*Ce jeune savant me semble en situation de participer fructueusement aux travaux de l'observatoire. Son instruction théorique est assez étendue pour qu'il puisse ambitionner le doctorat. Il désirerait conquérir ce grade en France et j'aurai l'honneur prochainement d'appeler votre bienveillante attention sur la situation dans laquelle il se trouve au point de vue de ses études antérieures qui nécessitera probablement quelques faveurs spéciales pour qu'il puisse prendre part aux Concours de l'université de Paris.*

En matière de participation fructueuse, Bassot ne va pas être déçu puisque Popoff commence par un petit coup d'éclat. Affecté au service du méridien, Kyrille s'étonne des horaires de fonctionnement de l'observatoire où le travail s'arrête à minuit, indépendamment de certaines conditions favorables d'observation. Comme il l'écrit dans son autobiographie,

*...pendant les premières semaines après mon arrivée à Nice Mars et Uranus passèrent devant le méridien à 4 heures du matin quand le tube méridien, occupé jusqu'à minuit, était libre.(...) Du 15 mai au 5 juillet les dites planètes passèrent devant le méridien avec de très bonnes conditions sans être observées. Je priais le gardien de nuit de me laisser travailler au delà de minuit pour prolonger l'observation des étoiles proches du pôle et enregistrer les passages de Mars et Uranus à 4 heures du matin. Cet essai fut jugé anarchique par le directeur de l'observatoire, qui m'en fit la remarque, mais il me laissa continuer mon travail.*

Les archives de Nice possèdent aujourd'hui encore les carnets remplis par Popoff au cours de ces nuits. Lors du compte-rendu d'observation et l'examen des résultats de Popoff en juillet, Prim, responsable du service du méridien au départ plutôt sceptique et Simonin, vice-directeur de l'observatoire appelé à la rescousse finissent par admettre la qualité du travail de leur jeune collègue. Les résultats d'observation sont publiés dans le Bulletin Astronomique ([4]); cependant, contrairement aux usages, Simonin aurait demandé que ne soit pas mentionné le nom de Popoff, un débutant, pour ménager la susceptibilité de Prim.

Quoi qu'il en soit, Bassot est maintenant convaincu de la valeur de Popoff et décidé à le soutenir. Aussi, quand celui-ci lui demande d'obtenir l'autorisation de devenir stagiaire à Paris, afin de pouvoir suivre les cours de Poincaré à la Sorbonne, Bassot, malgré une certaine déception de le voir partir de Nice, contacte Loewy, directeur de l'observatoire de Paris et de nouveau Liard pour que le jeune bulgare obtienne l'autorisation de s'inscrire en doctorat. Ces deux démarches aboutissent et Popoff est à Paris pendant les années scolaires 1907-1908 et 1908-1909. Inscrit en thèse, il suit l'enseignement de Poincaré à la Sorbonne d'abord sur la théorie de la Lune, puis sur la théorie des marées. Comme sujet de thèse, il choisit lui aussi de s'intéresser aux perturbations de Jupiter, en se fondant sur les travaux de Poincaré. Après un an et demi de travail, il constate sur une indication d'Andoyer l'écart entre les résultats théoriques obtenus par les méthodes de Poincaré et les observations - qu'il pense pouvoir expliquer par le fait que Poincaré a négligé un terme significatif dans ses formules. Comme Popoff se trouve alors à la fin de son financement de l'université de Sofia, Andoyer lui conseille

de poursuivre ses travaux une fois retourné en Bulgarie. Il se résout à cette solution et pendant presque trois ans, en parallèle avec son travail d'assistant à l'Université de Sofia, va éplucher les observations du mouvement de Hécube entre 1869 et 1901, pour redresser les équations du mouvement du satellite.

En juin 1912, sa thèse est prête à être imprimée (l'autorisation est officiellement donnée le 6 juillet) et il se rend à Paris pour préparer la soutenance qui doit avoir lieu en novembre sous la présidence de Poincaré, avec Andoyer et Puisieux comme examinateurs. Comme deuxième thèse, l'université a proposé comme thème *théorie de la figure des Comètes*.

Mais les événements tournent d'une façon imprévue. D'abord, en juillet 1912, Poincaré meurt brusquement, et l'on décide de le remplacer comme président de la commission d'examen par Paul Appell. Puis, en septembre 1912, la Bulgarie mobilise avant le déclenchement de la Première Guerre balkanique<sup>3</sup> et Popoff est appelé sous les drapeaux. Il entreprend alors une démarche auprès d'Appell, doyen de la faculté des sciences pour obtenir l'autorisation exceptionnelle d'une soutenance accélérée. Appell accepte, peut être encouragé entre autres par la vague de sympathie qui règne alors en France envers les jeunes états des Balkans désirant secouer définitivement le joug turc, et Popoff soutient sa thèse très rapidement. Cette précipitation explique peut être pourquoi le rapport de thèse soit n'a pas été rédigé, soit n'a pas été versé pour archivage ; il ne se trouve pas dans la collection des rapports de 1912 conservée aux Archives Nationales<sup>4</sup>. Le travail de Popoff reçoit néanmoins une certaine notoriété. Sa thèse sur Hécube est par exemple citée, à l'instar de celle de Simonin dans l'article de Sundmann ([29], p.759) de l' *Encyklopädie der Mathematischen Wissenschaften* sur les planètes comme ayant établi une théorie du mouvement de l'astéroïde.

Revenu en Bulgarie, Popoff est mobilisé comme lieutenant dans l'armée de réserve. Il retrouve à la démobilisation son poste d'assistant, entrecoupé par la courte deuxième guerre balkanique en 1913, puis au printemps 1914, il obtient un poste de professeur titulaire de calcul différentiel et intégral à l'université de Sofia où il reste jusqu'à l'entrée en guerre de la Bulgarie en septembre 1915 au côté des Empires Centraux.

## 2. POPOFF ET LA BALISTIQUE EXTÉRIEURE

Popoff, qui avait 35 ans à l'éclatement du conflit, raconte qu'à l'instar des autres professeurs il fut mobilisé auprès du ministère de la Guerre, dans un bureau chargé de la gestion des prisonniers de guerre. Considérant que cet emploi ne lui permettait pas d'utiliser avec profit ses

3. L'histoire des guerres balkaniques semble assez peu connue en Europe Occidentale. Il m'a semblé intéressant d'en rappeler quelques points saillants dans une partie annexe de cet article.

4. AJ/16/5541.

capacités, il demanda à être transféré dans une autre fonction, et fut nommé à l'inspection de l'artillerie de l'arsenal militaire où était testé le matériel nouveau reçu à destination des zones de combat. Son travail consista d'abord à rédiger des instructions de fonctionnement d'appareillages et de les expliquer à des groupes d'officiers venus du front. A l'inverse, le front envoyait des canons en demandant de fournir des indications sur les quantités de poudre à utiliser et des tables de tir. Le service spécialisé dans ce domaine était dirigé par le Major Kalotsyne qui recruta Popoff à ses côtés. Le mathématicien bulgare fut aussi au contact d'une ancienne connaissance de Kazanlyk, le colonel Gencho Stainov, en charge lui d'études de tir anti-aériens dans les environs de Sofia. C'est auprès de l'un et de l'autre, écrit Popoff, qu'il se forma à la balistique.

Le problème fondamental de la balistique extérieure peut être énoncé assez simplement comme celui consistant à étudier le mouvement d'un projectile (typiquement un obus) après son expulsion de la bouche d'un canon. Sous cette forme, on comprend qu'il s'agisse effectivement de la question principale à laquelle doit faire face une artillerie quand elle dispose et utilise ses canons. L'histoire de la balistique peut donc ainsi être grossièrement mise en parallèle avec celle des techniques militaires utilisant des projectiles, ce qui la fait remonter à l'Antiquité. Naturellement, l'apparition de la poudre et des canons dans l'Europe de la fin du Moyen-Age fit considérablement évoluer les nécessités relatives aux modes d'utilisation de l'artillerie, et la mise en place des lois de la mécanique newtonienne consacra la balistique comme une branche de la mécanique. L'ingénieur-général Prosper Charbonnier, qui prit la tête de la commission de Gâvres en 1912, et qu'on retrouvera plus loin en liaison avec Popoff, écrivit en 1928 un petit opuscule ([8]) sur l'histoire de la balistique depuis ses origines plus ou moins conçue comme une introduction à l'imposant traité en deux volumes publiés en 1921 et 1927 ([6], [7]) où il prétendait faire le tour des différentes approches développées jusque là. Ce n'est évidemment pas un hasard si ce traité fut publié au lendemain de la Première Guerre mondiale. Le conflit joua un rôle essentiel dans l'évolution non seulement de la technique balistique mais aussi de la reconnaissance de celle-ci comme science à part entière. Une des raisons fut clairement l'implication de scientifiques mobilisés dans des études balistiques (telles que la construction de tables de tir) en étroite liaison avec les autorités militaires. Sur cette histoire, considérable, on pourra se reporter aux travaux de D.Aubin [1] et de A.Carrière et L-R.Oudin [5]. En outre, on pourra consulter [9] pour voir un inventaire des travaux réalisés à cette époque.

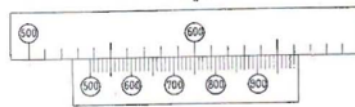
Popoff fit donc partie de ces scientifiques impliqués pendant le conflit dans des recherches liées à l'artillerie en raison de leur formation universitaire générale, mais sans qu'ils ne se soient aucunement intéressés auparavant à ce type spécifique de problème. C'est peut-être là qu'il

faut voir une des clefs expliquant l'originalité du travail de Popoff qui tenta d'appliquer des méthodes, connues de lui dans un autre contexte, dans le nouveau cadre auquel il était confronté.

**2.1. Le premier article.** Une première publication de Popoff dans le journal du corps du Génie autrichien est plutôt modeste d'un point de vue mathématique. Néanmoins, elle présente l'intérêt d'être directement reliée à une situation de terrain et de proposer la mise au point d'un appareillage élémentaire à disposition des batteries de tir. Ces deux mêmes caractéristiques se rencontreront dans la publication suivante et Popoff signale dans son autobiographie que la construction de ce petit matériel simple et pratique l'a fait remarquer d'autorités militaires très avides d'inventions pratiques destinées à faciliter l'usage du matériel de combat. Ce n'est pas sans ironie qu'on voit que Popoff avait écrit l'article dans la langue scientifique qui lui était la plus naturelle, c'est à dire en français, et que l'article a été traduit en allemand pour être inclus dans le journal militaire autrichien.

Le problème exposé dans [20] est celui du tir sur une cible mouvante, en fait un bateau. Le bateau est supposé garder un cap et une vitesse constante pendant un certain laps de temps, ce qui est crédible si celui-ci est court. A l'aide d'un télémètre, un observateur communique à deux instants successifs séparés d'une durée  $\tau$  les distances de l'objectif  $x_1$  et  $x_2$ . La batterie a besoin d'un certain temps  $t$  pour tirer, en fonction des caractéristiques du matériel, des conditions atmosphériques, de la visibilité etc. ,  $t$  étant mesuré à partir du premier instant où la mesure de distance est effectuée. On suppose que le quotient  $y = \frac{t}{\tau}$  est constant et entier ce qui en pratique signifie qu'on ajuste la valeur de  $\tau$  à cette fin.

La distance de l'objectif à viser au temps  $t$  est donnée par  $d = x_1 + y.(x_2 - x_1)$ . On peut alors imaginer le système très élémentaire suivant comprenant deux réglètes superposées.

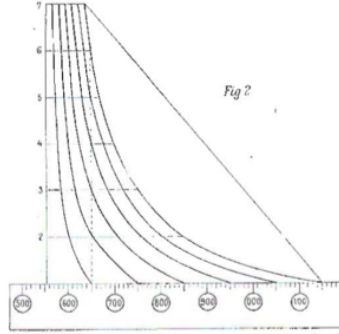


1er dispositif

En plaçant la valeur  $x_1$  sur une réglète graduée, et en lui ajustant une réglète dont les graduations sont  $y$  fois plus petites, le nombre  $d$  correspond sur la réglète inférieure à la valeur  $x_2$  sur la réglète de base.

Il peut être par contre plus pratique d'avoir un outil permettant de tenir compte de valeurs de  $y$  différentes (ce qui est normal vu que pour une même batterie, le changement de condition entraîne une modification de ce paramètre). Posant  $\delta = d - x_1$  et  $x = x_2 - x_1$ , les valeurs de  $y$  pour lesquelles la distance de tir est donnée par  $x_1 + \delta$  se situent

donc sur l'hyperbole  $y = \frac{\delta}{x}$ . Popoff propose alors la construction suivante où une famille d'hyperboles correspondant à un certain nombre de valeurs de  $\delta$  sont tracées sur un carton pouvant coulisser sur une réglette graduée qu'on ajuste à la valeur  $x_1$ .



2ème dispositif

L'artilleur, qui connaît la valeur de  $y$  correspondant aux conditions de tir, repère sur la droite d'ordonnée  $y$  la valeur de  $x_2$  annoncée par l'observateur, suit l'hyperbole qui passe par cette valeur (ou, en tout cas la plus proche. . .) et lit la valeur où elle croise l'axe des abscisses qui est la distance de tir.

**2.2. Le deuxième article.** Mais c'est surtout dans un travail ultérieur que Popoff va pouvoir faire preuve d'originalité en utilisant des méthodes qu'en tant qu'astronome de formation, il avait appris au contact de la mécanique céleste de Poincaré. La description des trajectoires des corps célestes repose sur les équations induites par les principes newtoniens. L'intégration de ces équations présente en général des difficultés redoutables. Pour y faire face, des techniques d'approximation des solutions sont particulièrement bienvenues, et Poincaré en proposa un certain nombre dans son cours de Mécanique céleste liées à l'étude qualitative des équations.

Dans le Chapitre II (Tome I) "Intégration par les séries", Poincaré cherche à prolonger les résultats obtenus par Cauchy concernant les développements en série entière des solutions des équations différentielles. Considérant ([19], p.51) un système

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \theta(x, y, z, \mu) \\ \frac{dy}{dt} = \phi(x, y, z, \mu) \\ \frac{dz}{dt} = \psi(x, y, z, \mu) \end{cases}$$

et supposant que les fonctions  $\theta$ ,  $\phi$  et  $\psi$  sont développables en série entière par rapport à chacun des paramètres  $x$ ,  $y$ ,  $z$  et  $\mu$ , Poincaré montre que le système différentiel précédent admet comme solution des séries développées par rapport aux puissances aussi bien de  $t$ , que de  $\mu$ , de  $x, y, z$  ou de  $x_0, y_0, z_0$  (les conditions initiales du système), là où Cauchy s'était limité à développer par rapport à  $x$ . L'usage que

Poincaré fait d'un tel résultat, présenté succinctement ([19], p.61 (n° 28)) est la possibilité de développer formellement en séries les solutions du problème des trois corps par rapport aux différents paramètres, et notamment par rapport aux masses des différents corps, ou par rapport à des perturbations d'une trajectoire nominale.

L'idée du mathématicien bulgare est d'abord d'écrire les équations de la dynamique dans un système de coordonnées pratique du plan de projection. Il choisit un axe (coordonnée notée  $z$ ) dirigé suivant la vitesse initiale du projectile à la sortie de la bouche du canon, et le deuxième axe dirigé suivant la verticale descendante (coordonnée notée  $y$ )

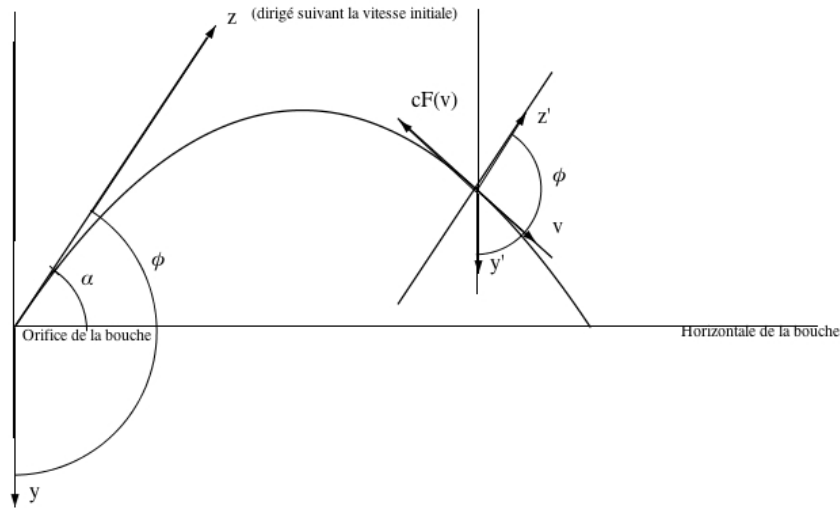


Fig.3a : Trajectoire de projection

La décomposition sur les axes choisis de la vitesse et de la force de résistance de l'air forment alors deux parallélogrammes homothétiques

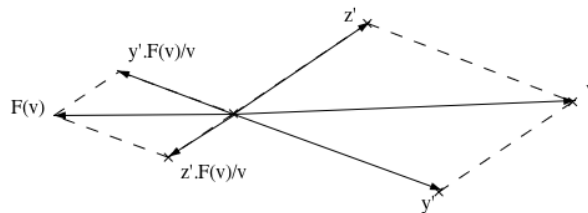


Fig.3b : Décomposition de la vitesse et de la force de résistance

et le principe de la dynamique s'écrit alors

$$(*) \begin{cases} \frac{d^2 y}{dt^2} = g - c \frac{F(v)}{v} \frac{dy}{dt} \\ \frac{d^2 z}{dt^2} = -c \frac{F(v)}{v} \frac{dz}{dt} \end{cases}$$

avec les conditions initiales au temps  $t = 0$ ,  $y = z = 0$ ,  $y' = 0$  et  $z' = V_0$  où  $V_0$  désigne le module de la vitesse initiale. Dans ce système, la force de frottements venant de la résistance dans l'air est un vecteur opposé à la vitesse et de module  $cF(v)$  où  $c$  est une constante et  $v$  est le module de la vitesse.

Une différence fondamentale avec les équations de la mécanique céleste est donc la présence d'une non-linéarité essentielle venant du terme de frottements à la place de forces dérivant d'un potentiel. Popoff va cependant essayer d'appliquer la méthode de développement de Poincaré, en faisant une hypothèse de régularité sur  $F$ . Il demande précisément que la fonction  $f(v) = c\frac{F(v)}{v}$  soit développable en série entière par rapport aux puissances de  $v$ . Comme on vérifie aisément que  $v = (y' + z')\sqrt{1 - \frac{4y'z'}{(y'+z')^2} \sin^2 \frac{\phi}{2}}$ , on en déduit que  $f$  est développable en série entière par rapport au paramètre  $\sin^2 \frac{\phi}{2}$ . Popoff observe que le multiplicateur du paramètre  $\sin^2 \frac{\phi}{2}$  dans l'expression précédente de la vitesse est très petit pour les petites valeurs de  $t$ , qui sont les valeurs intéressantes pour la balistique - la durée de tir étant très courte. En effet, dans ce cas,  $z'$  est proche de 0 et  $y'$  est très grand en raison de la puissance de propulsion. De ce fait, la série du développement

$$f(v) = f(w) - f'(w) \cdot w \cdot \frac{2y'z'}{(y'+z')^2} \sin^2 \frac{\phi}{2} + \dots$$

où  $w = y' + z'$ , converge rapidement et en remplaçant  $f$  dans le système (\*) par son développement au deuxième et même au premier ordre on obtient une bonne approximation de la trajectoire. Comme le mentionne Popoff dans une remarque ultérieure, ce qu'on vise théoriquement est le développement en série des solutions  $y$  et  $z$  sous la forme

$$y = \sum_{k=0}^{\infty} a_k(t) (\sin^2 \frac{\phi}{2})^k \quad z = \sum_{k=0}^{\infty} b_k(t) (\sin^2 \frac{\phi}{2})^k$$

Au premier ordre, le système devient

$$(**) \begin{cases} \frac{dy'}{dt} = g - y'f(w) \\ \frac{dz'}{dt} = -z'f(w) \end{cases}$$

avec les conditions initiales au temps  $t = 0$ ,  $y = z = 0$ ,  $y' = 0$  et  $z' = V_0$ .

Sommant les deux équations, on obtient une unique relation

$$\frac{dw}{dt} = g - wf(w)$$

avec comme condition initiale au temps  $t = 0$ ,  $w' = V_0$ . De ce fait,

$$t = \int_{v_0}^w \frac{du}{g - uf(u)}$$

et donc, en inversant cette relation, on trouve une fonction  $G$  telle que  $w = G(V_0, t)$  soit encore  $y + z = \int_0^t G(V_0, s) ds$ . Le système se résout alors sous la forme

$$\begin{cases} z' = V_0 e^{-\int_0^t f(w) dt} \\ y' = -V_0 e^{-\int_0^t f(w) dt} + G(V_0, t) \end{cases}$$

Par conséquent, on peut intégrer ce système sous la forme  $z = z(V_0, t)$  et  $y = y(V_0, t)$ . Naturellement l'angle  $\phi$  n'intervient pas dans ces approximations, autrement que pour définir la direction de l'axe  $z$ . Cette observation élémentaire donna à Popoff une idée pratique pour la construction des trajectoires approximées. Si l'on construit un cadre en bois articulé en forme de parallélogramme déformable ACDB.

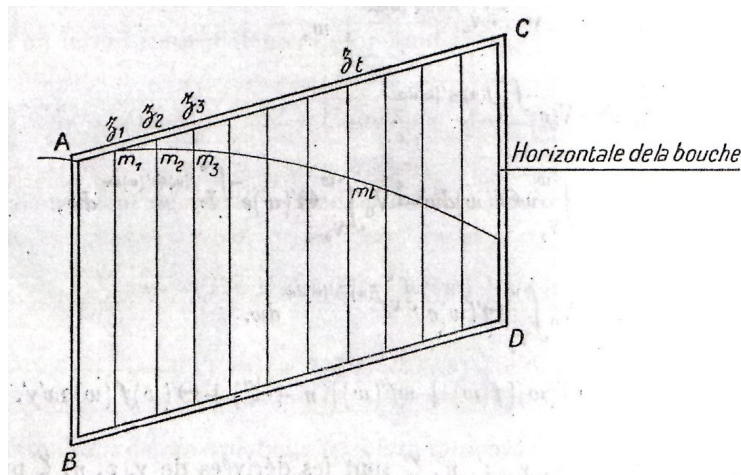


Fig.4 : Parallélogramme déformable ([25], p.1000)

On porte sur AC (et BD) les longueurs  $z_1 = b_0(1), z_2 = b_0(2), \dots, z_t = b_0(t)$ . On joint alors les points de division par des fils sur lesquels on marque les points  $m_1, m_2, \dots, m_t$  distants de AC de  $y_1 = a_0(1), y_2 = a_0(2), \dots, y_t = a_0(t)$ . Les points  $m_1, m_2, \dots, m_t$  dessinent la trajectoire correspondant à un angle de projection  $\alpha = \widehat{BAC} - \frac{\pi}{2}$ . En dessinant une trajectoire pour un angle initial particulier, et en déformant le cadre, on déduit de cette trajectoire particulière les différentes trajectoires correspondant à différents angles de projection pour la même vitesse initiale. Popoff signale que par cette méthode il a pu reconstruire les tables de tir de l'obusier de montagne de 10cm5 L.12 - Krupp - charge 6 avec une précision remarquable qu'il illustre dans la figure suivante,

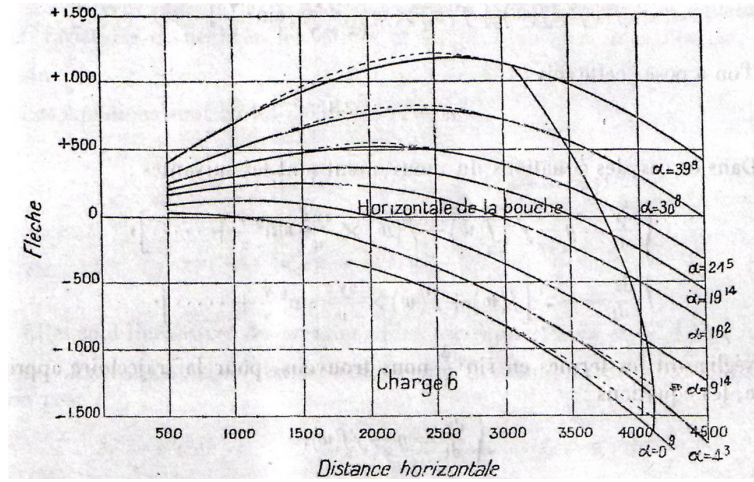


Fig.5 : Comparaison entre les courbes Krupp et les solutions approchées ([25], p.1001)

où les lignes pleines sont celles de la table fournie avec le matériel, et les lignes pointillées celles déduites par la méthode du cadre déformant à partir de la trajectoire calculée pour 16 degrés 2/16.

Dans la suite de son étude, Popoff considère les variations du second ordre (et évoque rapidement les variations d'ordre supérieur) et montre comment les obtenir comme solution d'un système linéaire grâce à un changement de variable élémentaire. Enfin, il refait l'étude précédente dans un cas de tir presque vertical ( $\alpha$  proche de  $\frac{\pi}{2}$ ). En ce cas, posant  $\psi = \frac{\pi}{2} - \alpha$ , il est possible de recommencer tous les calculs en développant par rapport aux séries de puissances de  $\sin^2 \frac{\psi}{2}$ .

La simplicité de la méthode proposée par Popoff est particulièrement séduisante, d'autant plus qu'elle se traduit par une mise en application très concrète permettant de dessiner rapidement les trajectoires correspondant à des angles de tir différents. Je n'ai pas pu trouver de preuve que le cadre articulé décrit plus haut, que Popoff dans les leçons qu'il fera en 1925 à la Sorbonne appellera *un petit appareil primitif* (p.14 de [26]), ait été ou non utilisé sur le terrain. Dans son autobiographie (p.90), Popoff mentionne qu'il avait travaillé sur *deux appareils qui permettaient d'obtenir rapidement des éléments pour tirer sur des cibles mobiles (principalement des bateaux)*, appareils pour lesquels il reçut un prix du ministère de la guerre. Il est possible qu'il s'agisse d'appareils du même type que celui que nous avons décrit.

### 3. LE SINGULIER DESTIN D'UN TRAVAIL MATHÉMATIQUE

*Votre travail est fort différent de ce que différents militaires nous ont exposé jusqu'à présent. A partir du 1er*

*janvier sera publié sous ma direction un nouveau journal, le Zeitschrift für angewandte Mathematik and Mechanik. Vous me feriez un grand plaisir si vous me donniez votre travail, afin que je le publie dans le premier numéro du journal.*

Popoff raconte ainsi sa rencontre avec Richard von Mises en novembre 1920 dans la salle commune de l'institut de Mathématiques de l'Université de Berlín.

En 1919, la Bulgarie vaincue a signé le dur traité de Neuilly qui la soumet à un drastique régime de réparations ([3]). Elle courait le risque de se retrouver plutôt isolée en Europe, notamment sur le plan académique. On observa alors une nette volonté d'encouragement des voyages universitaires de la part du nouveau gouvernement, dirigé par l'énergique Stambolski regardé avec une certaine indulgence par les pays vainqueurs en raison de son passé d'opposant acharné à l'entrée en guerre en 1915. Dès 1919, des étudiants bulgares cherchent à partir en Europe occidentale. La France, malgré sa position ferme vis à vis de la Bulgarie lors des traités, semble d'ailleurs assez intéressée à en accueillir. On trouve par exemple dans les archives diplomatiques<sup>5</sup> des indications sur une compétition assez sévère en 1919 entre les universités françaises et les universités italiennes. L'ambassadeur de France à Sofia mentionne que pour appâter des bulgares qui, d'après lui, désirent aller en France, Rome leur finance leur voyage mais uniquement jusqu'en Italie afin que, bloqués dans ce pays, ils se retrouvent contraints d'y poursuivre leurs études.

En janvier 1920, l'université de Sofia fixe les nouvelles modalités des missions à l'étranger. Dans le PV du Conseil du 24 janvier, les pays cités sont la Suisse, la France, l'Italie, la Tchécoslovaquie, l'Autriche, l'Allemagne et le Danemark. Un an de mission est attribué à Popoff le 30 juin de la même année (sans que la destination soit précisée), quelques jours avant qu'il ne soit nommé professeur extraordinaire à la chaire de mathématique supérieure.

A défaut de traces explicites expliquant le choix de Popoff pour aller à Göttingen et à Berlin, où il passa l'année académique 1920-1921, on peut avancer quelques hypothèses. D'abord une naturelle raison familiale : en 1910, il avait épousé une jeune allemande de Berlin. En outre, il était encore bien tôt en 1920 pour un Bulgare de se rendre en France, et cela d'autant plus que ses derniers travaux portaient sur des questions liées à l'armement et avaient peut être été utilisés pendant le conflit. De ce fait, Popoff a pu, assez logiquement, penser qu'il serait mieux accueilli pour en parler, et éventuellement les prolonger, en Allemagne qu'en France.

---

5. MAE- microfilm P08848.

Arrivé à l'automne 1920 à Berlin, c'est donc à l'Université que Popoff eut l'occasion d'être remarqué par von Mises alors qu'il exposait ses recherches balistiques à un collègue (que Popoff ne nomme pas dans ses mémoires). Il accéda au souhait de ce dernier, et l'article *Über eine Eigenschaft der ballistischen Kurve und ihre Anwendung* ([21]) parut effectivement dans le premier numéro du Journal de Mathématique Appliquée et Mécanique (ZAMM) de von Mises au tout début de l'année 1921. Popoff partit peu après pour Göttingen où il resta quelques mois pendant lesquels il étudia des propriétés des développements de fonctions en série. A la fin de l'année scolaire, vers l'été 1921, Popoff, avant de retourner à Sofia, repassa quelques jours à Berlin où sa femme était restée avec ses deux enfants. Un jour, comme il le raconte ([27], p.91), il eut la surprise de croiser à la sortie du métro son ancienne connaissance de Nice, l'astronome Henri Chrétien.

La présence d'Henri Chrétien à Berlin ne doit rien au hasard. Dans le traité de Versailles, tout un panel de commissions techniques inter-alliées chargées d'établir le montant et la nature des réparations dues par l'Allemagne aux alliés de l'Entente était créé, à la suite de quoi un important personnel spécialisé fut recruté. Les archives de ces commissions sont regroupées aux Archives Nationales dans l'importante série AJ6. Parmi les commissions des réparations, on trouve une commission aéronautique interalliée de contrôle comprenant des Britanniques, des Français, des Italiens, des Belges et des Japonais. L'exemplaire bilingue (anglais et français) de l'annuaire de la commission à ses débuts<sup>6</sup> donne une indication intéressante sur la composition de celle-ci : parmi les officiers, on trouve 11 britanniques, 9 français (dont le Colonel Dorand, chef de la mission), un italien, un belge et un japonais. Le 22 août 1919, le colonel Dorand écrit à Chrétien pour lui signaler qu'il devait se tenir prêt à partir pour l'Allemagne à partir du 10 septembre. Le choix de Chrétien était directement lié à sa mobilisation pendant la guerre comme membre du Service Technique Aéronautique en mai 1915, ainsi qu'à la mission aux Etats-Unis qu'il fit dans ce cadre en 1918-19 comme adjoint technique auprès de l'attaché militaire à Washington. Le détournement croissant des Américains vis à vis des affaires Européennes entraîna de fait le redéploiement des personnels envoyés en mission outre-Atlantique.

L'ordre de mission du Ministre de la Guerre, nommant officiellement Chrétien membre de la commission, fut signé le 23 septembre 1919 et du retard semble avoir été pris puisque l'annonce de départ pour l'Allemagne ne fut envoyée à Chrétien que le 12 janvier 1920, pour un départ fixé le 21 janvier. Les lettres envoyées par Chrétien à sa femme au cours de ce premier séjour en Allemagne<sup>7</sup> offrent un tableau intéressant de

---

6. Archives Henri Chrétien - Observatoire de Nice.

7. Archives Henri Chrétien - Observatoire de Nice

la mise en place de la commission. Celle-ci est logée à Berlin à l'Eden-Hotel. De nombreux déplacements sont organisés pour visiter des sites industriels ou militaires en Allemagne afin de repérer le matériel disponible et susceptible d'être envoyé à l'étranger en guise de réparation de guerre. Chrétien restera membre de la Commission jusqu'en décembre 1921<sup>8</sup>.

Quand il le rencontra à Berlin à l'été 1921, Chrétien aurait signalé à Popoff que son article du ZAMM avait été repéré par la Commission interalliée et inscrit sur une liste des progrès réalisés en balistique dans les pays ennemis. Je n'ai malheureusement pu trouver aucune trace d'un tel travail de la commission sur les aspects théoriques des recherches techniques - les foisonnantes archives contenues dans la série AJ6 aux Archives Nationales ne semblant avoir gardé trace que de la mise en coupe réglée du matériel scientifique et industriel. Il est donc possible que la liste dont parle Popoff n'ait été qu'un épiphénomène annexe du travail de la commission.

Lors de leur brève rencontre berlinoise, Chrétien aurait aussi joué un autre rôle. Popoff raconte avoir envoyé au début 1921 à Andoyer une note sur les développements en séries pour le prier de la présenter à l'Académie des Sciences. Andoyer répondit alors par une carte où il écrivait en substance : *Ni moi, ni aucun académicien n'est en mesure de présenter votre note. Nous n'avons pas la mémoire courte.* Andoyer sous-entendait que la qualité de bulgare de Popoff lui fermait pour l'instant les portes des Comptes-Rendus. Chrétien aurait alors réagi en proposant à Popoff de transmettre personnellement sa note à Hadamard, une personnalité indiscutable du point de vue du patriotisme, ayant notamment eu deux fils morts sur le front (voir [16] et [17]). *Donnez moi votre travail. S'il présente un clair intérêt, [Hadamard] le présentera à l'Académie.* Popoff a mentionné à un autre endroit de son autobiographie qu'au moment de sa soutenance de thèse, il avait eu une conversation chaleureuse avec Hadamard intéressé par la situation balkanique au moment du déclenchement de la 1ère guerre.

Popoff raconte que revenu à Sofia, il eut la bonne surprise de voir sa note publiée dans les Comptes-Rendus ; elle fut en effet présentée le 2 novembre 1921 par Hadamard ([22]). La pochette de séance ne donne aucun renseignement pour savoir si des réserves ont été émises au sujet de la nationalité de Popoff. En tout cas, il semble (et Popoff lui-même le dit) que ce premier succès ait fortement encouragé le mathématicien bulgare qui va en 1922 envoyer à Hadamard d'autres travaux à présenter à l'Académie. Deux notes sont présentées par Hadamard en 1922. La première intitulée *Sur l'équation générale du type elliptique* affaiblit les hypothèses de dérivabilité utilisées par Picard en 1906 pour transformer l'équation en une équation intégrale. Mais c'est surtout la

---

8. Dossier militaire Henri Chrétien. Archives Armée de l'Air, Service Historique de la Défense, Vincennes.

deuxième qui va ici nous intéresser. Présentée le 31 juillet 1922, elle a pour titre *Sur l'intégration des équations de la Balistique dans des conditions générales de la résistance* ([24]). Popoff y expose à grands traits les résultats que nous avons décrits dans la partie précédente. Il n'y a donc rien de nouveau par rapport à l'article publié dans le ZAMM, qui n'est même pas cité, et on peut donc considérer qu'il s'agit là pour Popoff d'un acte publicitaire pour faire connaître en France son travail.

En juillet 1921 ([12]), à l'initiative de l'Ingénieur-Général Prosper Charbonnier que nous avons déjà évoqué et qui était en train de rédiger son monumental traité de balistique, fut décidée la création d'un journal consacré aux études théoriques et pratiques en rapport avec l'artillerie. Charbonnier, au lendemain de la victoire de 1918, alors qu'il était Inspecteur Général des Services d'études et expériences de l'Artillerie Navale, avait rédigé un rapport pour le Ministre de la Marine où il soulignait le besoin d'une telle publication en raison de l'évolution radicale que les sciences de l'artillerie avaient vécu lors du conflit. Il écrivait

*[Tandis que] jusqu'en 1914, les sciences de l'Artillerie étaient l'apanage exclusif des ingénieurs et des techniciens, elles sont devenues, à l'heure actuelle, familières aux savants. Et, sous peine de ne pas atteindre son but, de n'être qu'imparfaitement l'instrument du progrès qu'il doit constituer, le nouveau Mémorial devra accueillir non seulement les travaux émanant des officiers ou des techniciens de l'Artillerie, mais aussi ceux des hommes de science dont la collaboration à l'œuvre de la défense nationale est si utile et féconde.*

*En faisant une place dans son mémorial aux savants, l'Artillerie permettra la continuation de cette collaboration. Le bénéfice qu'elle en retirera ets celui qu'ont intérêt à s'assurer tous les corps étroitement spécialisés : elle s'enrichira d'idées neuves et élargira ses conceptions.*

*La publication de traductions d'articles extraits des revues étrangères est nécessaire pour faire connaître, à tous ceux qui ne sont pas en mesure de lire ces articles dans leur texte, la situation des artilleries alliées ou ennemies.*

*Evidemment, ces revues ne constituent pas une source complète de documentation ; elles suffisent cependant pour indiquer parfois les conceptions qui président à l'armement, pour se tenir au courant des recherches et pour donner les grandes lignes d'une méthode de calcul ou d'un matériel.*

Par accord conjoint du ministre de la marine Guist'hau et du ministre de la guerre Barthou<sup>9</sup>, le *Mémorial de l'Artillerie Française* est donc créé, et le premier numéro sort de l'Imprimerie Nationale en 1922. Le point souligné dans le rapport de Charbonnier au sujet des traductions est mis en œuvre immédiatement, et au fur et à mesure des numéros du journal des traductions d'articles étrangers sont publiées, notamment d'articles allemands. La traduction de l'article de Popoff, peut être repéré par le biais de la liste de la Commission interalliée évoquée plus haut, parut dans le tome II, en 1923 ([25]). Il est un peu difficile de savoir si la publication suscita des réactions intéressées - mais Popoff du moins fut encouragé par la présence croissante de ses travaux dans la communauté scientifique française. Au début 1924, il adressa à l'Université de Paris une demande afin d'être admis à faire un cours libre de balistique. La demande, encouragée par Hadamard d'après Popoff, semble en tout cas spontanée car aucun des procès-verbaux des conseils de la faculté des sciences de Paris n'évoque la nécessité de prospecter un éventuel enseignant dans ce domaine. C'est en tout cas en réaction à cette demande que Picard envoie à Popoff la petite carte évoquée au tout début de cet article.

Popoff arriva à Paris au début de l'année civile 1925 et fit une série de séances à la Sorbonne dans le petit amphithéâtre Le Verrier, sur les applications des méthodes d'intégration de Poincaré à la balistique. Les cours libres de la Sorbonne sont malheureusement très mal documentés, l'enseignant n'obtenant rien d'autre que le droit de parler et aucun financement- et les traces sont ténues. Là encore, c'est le récit de Popoff qui nous apprend que son premier cours fut suivi par une assistance où se trouvaient le doyen Paul Appell, Jules Drach (qui pendant la guerre avait lui aussi étudié l'intégration des équations de la balistique - voir [10]), Prosper Charbonnier, l'ambassadeur de Bulgarie, et beaucoup d'autres. Le cours se serait prolongé sur une quinzaine de séances. Appel aurait déclaré à Popoff : *jusqu'à vous, la balistique était une science expérimentale ; avec votre travail, elle est devenue une science analytique.*

Charbonnier vint voir Popoff lors d'une de ses leçons et lui proposa d'éditer son cours dans le *Mémorial*. Mais Emile Borel, pour sa part, proposa d'en faire un opuscule de sa collection de théorie des fonctions. Tenté par les deux, Popoff réussit à suggérer un compromis : publiés dans le *Mémorial*, les cours furent rassemblés dans un petit livre cette même année 1925, très originalement co-édité par l'Imprimerie Nationale et Gauthier-Villars ([26]). Popoff demanda à Emile Picard d'écrire une courte préface. Ce dernier écrivit en effet une quinzaine de lignes placées en ouverture du recueil et qu'il conclut en mentionnant que *le tout forme un remarquable ensemble, qui intéressera vivement les*

---

9. Décret interministériel. Journal Officiel du 28 juillet 1921 p.8899-8900.

*mathématiciens et les balisticiens.* Picard, qui est alors secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, suggère en outre qu'un des prix pour 1926 soit attribué au mathématicien bulgare pour ce travail. Le prix Montyon de Mécanique est officiellement attribué à Popoff le 13 décembre 1926 ([18]). La commission du prix était composée de Picard, Appell, Lebert, Vaille, Cornu, Koenigs, Rateau, Mesnager avec Boussinesq comme rapporteur. La lettre de compte-rendu des conclusions de la commission - qui seule figure dans la pochette du prix aux archives de l'Académie des Sciences avec la lettre formelle de remerciements de Popoff-indique laconiquement

*La commission propose de décerner le prix à M.Kyrille Popoff, professeur à l'université de Sofia, pour ses leçons faites à la Sorbonne pendant l'année scolaire 1924-25 : Les méthodes d'intégration de Poincaré et le problème général de la balistique extérieure. L'Académie adopte la proposition de la commission.*

Dans les années qui suivirent, Popoff revint régulièrement à Paris faire cours et conférences, notamment à l'Institut Henri Poincaré après l'ouverture de celui-ci en 1928.

## CONCLUSION

C'est donc par un enchaînement de circonstances assez particulier qu'un ressortissant d'un pays adverse put venir à Paris professer à la Sorbonne assez tôt après la fin de la guerre sur des thématiques qui ne pouvaient que souligner un rôle joué pendant le conflit. Différents témoignages personnels soulignent la grande qualité humaine de Kyrille Popoff et on ne peut exclure que la chaleur des relations nouées avant le déclenchement de la Grande Guerre ait joué un rôle important pour *amnistier* Popoff de sa nationalité fautive, même aux yeux d'hommes comme Emile Picard pourtant assez rigides quant à leur désir d'exclure les savants du camp opposé du concert scientifique des nations. La situation géopolitique compliquée des Balkans, où une Bulgarie en première ligne face à l'occupation ottomane avait pendant longtemps joui d'une bonne presse auprès de l'opinion française contribuait d'ailleurs à brouiller les cartes, et cela d'autant plus qu'après la guerre, le pays apparaissait comme une intéressante tête de pont face à la menace soviétique. Ce n'est pas sans une certaine ironie qu'on constate que Popoff, qui s'était perfectionné à Paris dans la tradition des analystes français (Poincaré, Picard, ...), a mis pendant la guerre ces méthodes au service du camp opposé à la France, avant de venir les présenter en France. L'ironie se poursuivra d'ailleurs ultérieurement puisque lors du conflit mondial suivant, la même situation se reproduira : la Bulgarie, alliée (vaguement rebelle, certes) du Troisième Reich, fera travailler ses savants avec l'Allemagne et les publications étrangères de Popoff

de la période 1939-1945 se feront de nouveau essentiellement dans des journaux allemands. La carrière du mathématicien bulgare apparaît ainsi bien marquée par les sinuosités de la politique extérieure de son pays.

#### RÉFÉRENCES

- [1] David Aubin : "Mathematical Practice and Professional Cultures in WWI : The Case of French Ballistics", International Conference on the History of Modern Mathematics, Xi'an (Chine), 2010
- [2] Bulgaria. (2011). Encyclopædia Britannica. Encyclopædia Britannica Ultimate Reference Suite. Chicago : Encyclopædia Britannica.
- [3] Olivier Buirette : "Réparer la guerre ! histoire de la commission interalliée des réparations de guerre appliquée à l'Autriche la Hongrie et la Bulgarie, 1919-1923.", Paris-Budapest, IREMER-GRHME-ARRME, 260 pp. Décembre 2005.
- [4] Bulletin Astronomique, mars 1908, 96-107
- [5] Alain Carrière et Louis-Rémi Oudin : Applications du calcul formel à la balistique, Th.Comp.Sci., 187, 1-2, 1997, 263-284
- [6] Prosper Charbonnier : Traité de Balistique extérieure. Tome I. Balistique extérieure rationnelle. Les théorèmes généraux de la Balistique. Gauthier-Villars, Paris 1921.
- [7] Prosper Charbonnier : Traité de Balistique extérieure. Tome II. Balistique extérieure rationnelle. Les théories balistiques. Gauthier-Villars, Paris 1927.
- [8] Prosper Charbonnier : Essai sur l'histoire de la balistique. Edition du Mémorial de l'Artillerie française. Paris, 1928
- [9] Prosper Charbonnier et A. Renou : Bibliographie générale de l'Artillerie technique de 1915 à 1926. Edition du Mémorial de l'Artillerie française. Paris 1926
- [10] Jules Drach : L'Equation différentielle de la balistique extérieure et son Intégration par Quadratures. Ann. Sci. Ec. Normale 3e ser. 37 (1920), pp. 1Ð94
- [11] Richard C. Hall : The Balkan Wars 1912-1913, Prelude to the First World War. Taylor & Francis, 2000
- [12] JO du 28 juillet 1921 pp. 8899-8900
- [13] Valery Kolev and Christina Koulouri : The Balkan Wars. Teaching Modern Southeast European History, CDRSEE, 2009
- [14] Observatoires astronomiques. Provence-Alpes-Côte d'Azur, J. Davoigneau et F. Le Guet Tully, éd. Association pour le patrimoine de Provence, Coll. Itinéraires du patrimoine, Aix-en-Provence, 1999.
- [15] Margaret Mc Millan : *Peacemakers*, J.Murray, London, 2001
- [16] Vladimir Mazya and Tamara Shaposhnikova : Jacques Hadamard, a universal mathematician, Oxford University Press, 1998
- [17] Laurent Mazliak and Rossana Tazzioli : *Mathematicians at War*, Archimedes. Springer, 2010
- [18] Prix Montyon 1926. CRAS 1926 T2. p.1162
- [19] Henri Poincaré : Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste, Gauthier-Villars, Paris, 1892
- [20] Kyrille Popoff : *Zwei Vorrichtungen zur Erleichterung des Schiessens gegen bewegliche Ziele*, Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie und Geniewesens, XLVIII, 1-4, 1917

- [21] Kyrille Popoff : *Über eine Eigenschaft der ballistischen Kurve und ihre Anwendung*. Zeitschrift für angew. Math. und Mechanik. Bd. I. p. 96-106, 1921
- [22] Kyrille Popoff : Sur le développement d'une fonction arbitraire en série suivant une fonction donnée , CRAS, 173, 1921, pp.818-820
- [23] Kyrille Popoff : *Sur l'équation générale du type elliptique*, CRAS, 174, 1922, pp.731-734
- [24] Kyrille Popoff : *Sur l'intégration des équations de la Balistique dans des conditions générales de la résistance* CRAS, 175, 337-340 (1922)
- [25] Kyrille Popoff : *Sur une propriété de la trajectoire et son application à l'intégration des équations de la Balistique extérieure*, Mémorial de l'Artillerie française, II, 1923, p.993-1008
- [26] Kyrille Popoff : Les méthodes d'intégration de Poincaré et le problème général de la balistique extérieure. Leçons faites à la Sorbonne pendant l'année scolaire 1924-1925. Imprimerie Nationale et Gauthier-Villars, Paris, 1925
- [27] Кирил Попов : Автобиография. Университетско Издателство "Св.Климент Охридски", София, 1993
- [28] Елена Стателова, Стойчо Грънчаров : История на нова България 1878-1944, Анибус, София, 2006
- [29] Karl Sundmann : Theorie der Planeten. Encyclopädie der Mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Tome 6 Band 2 'Astronomie'. (731-811)
- [30] Цветана Тодорова : България в първата световна война : Германски дипломатически документи (Том 1 : 1913-1915, Том 2 : 1916-1918). Главно управление на архивите при министерския съвет. София, 2002

## ANNEXE : LA BULGARIE DANS LE CHAUDRON BALKANIQUE

Il semble utile, pour bien comprendre le contexte dans lequel s'inscrivent les faits dont nous parlons, de faire maintenant quelques observations sur la situation particulière de la Bulgarie autour de la Première Guerre mondiale. Il ne s'agira naturellement ici que de donner quelques points de repères et nous renvoyons le lecteur à différents ouvrages d'histoire générale pour en savoir plus ([2], [28],[30]) et surtout à deux livres remarquables consacrés spécifiquement aux guerres balkaniques ([11] and [13]).

Indépendante de fait depuis 1878 à la suite du traité de Berlin (l'indépendance pleine et entière vis à vis de la Sublime Porte ne sera réalisée qu'en 1908 quand le prince Ferdinand, un prince allemand, prendra le titre de tsar), la Bulgarie politique prend cependant naissance dans des conditions territoriales qui portent en elles une lourde menace pour l'avenir. Elle est frustrée d'un certain nombre de terres irrédentes dont le peuplement semble lui garantir la possession, telle la Macédoine (restée sous la domination turque). La fuite en avant nationaliste qui s'exacerbe à la fin du 19ème siècle s'en prend d'abord à la Turquie, l'ennemi historique. En 1912, une coalition des états des Balkans, la ligue balkanique, comprenant le Montenegro, la Serbie, la Grèce et la Bulgarie décide de profiter de la situation de faiblesse d'un Empire ottoman en pleine décomposition et aux prises avec l'Italie dans un conflit armé pour les îles de la Méditerranée pour lui arracher ses dernières possessions européennes. Malgré les importants contentieux territoriaux préexistant entre les nouveaux alliés, le premier ministre grec Venizelos avait réussi à les convaincre de reporter au lendemain de la victoire les questions de partage.

Les hostilités ouvertes par le Montenegro le 8 octobre 1912, suivi de ses alliés dix jours plus tard, amènent à un rapide effondrement de l'armée turque. Les troupes bulgares défont la principale force ottomane et avancent jusqu'aux portes de Constantinople (aujourd'hui Istanbul) et font le siège d'Andrinople (aujourd'hui Edirne). Les Serbes et les Monténégrins occupent la Macédoine (Skopje) et l'Albanie (Durrës), les Grecs la Thrace (Salonique - aujourd'hui Thessaloniki). L'effondrement turc amène un armistice le 3 décembre, suivi par l'ouverture de négociations de paix à Londres. Mais, le 23 janvier 1913, le coup d'Etat des Jeunes Turcs à Constantinople (*l'incident de la Sublime Porte*) les interrompt et la guerre reprend et se termine en mai par la perte par la Turquie de la quasi-totalité de ses territoires européens (traité de Londres - 30 mai 1913).

Les alliés de Ligue balkanique se partagèrent alors en effet les dépouilles turques, mais la Bulgarie qui se sentit frustrée dans ses revendications territoriales, surtout en Macédoine, refusa les conclusions du traité. Pour contrer l'alliance mise en place entre la Serbie et la Grèce pour faire face aux prétentions bulgares, le tsar Ferdinand ordonna à ses troupes d'attaquer les forces serbes et grecques en Macédoine le 29 juin 1913. A la fin d'une courte campagne, les bulgares furent vaincus par leurs alliés de la veille, et le traité de paix signé le 10 août à Bucarest ne laissa à la Bulgarie qu'un petit morceau de la Macédoine, lui réservant tout juste un accès à la mer Egée, et lui fit perdre une partie de la Thrace (au profit de la Turquie) et la Dobroudja du sud au profit de la Roumanie.



Fig.1 : La Bulgarie après la 1ère guerre balkanique (mai 1913)



Fig.2 : La Bulgarie après la 2ème guerre balkanique (fin 1913)

La situation fut considérée intenable pour les nationalistes bulgares, et les incita à mettre en œuvre l'adage selon lequel "les ennemis de mes ennemis sont mes amis" et à se rapprocher fortement de l'Empire Austro-Hongrois qui voyait d'un œil de plus en plus inquiet la montée en puissance de la Serbie. A l'éclatement des hostilités entre la Serbie et l'Autriche-Hongrie en juillet 1914, puis dans la réaction en chaîne qui amena l'embrassement de toute l'Europe, la Bulgarie (à l'instar de la Roumanie) resta cependant prudemment à l'écart, ne voyant pas immédiatement le gain qu'elle pouvait retirer d'une nouvelle aventure militaire d'autant que les débuts de la campagne montraient un Empire Austro-Hongrois en difficulté face aux Russes (qui ont plutôt la sympathie de la population bulgare) et, étonnamment, aux Serbes.

Eut alors lieu en Bulgarie une période de marchandage intense, qui n'est pas sans faire penser - de loin - aux discussions se déroulant à la même période en Italie. Chacun des deux camps des belligérants chercha à attirer les bulgares de son côté.

Un intéressant échange de lettres entre l'ambassadeur de Bulgarie à Paris, Stanciov, et Henri Bergson au début 1915 illustre cette période ambiguë<sup>10</sup>. Stanciov écrit, le 29 mars 1915,

*Ces jours-ci je me suis trouvé en contact avec des étrangers qui attribuent d'avance la victoire à l'Allemagne, prenant comme base d'arguments les doctrines de Kant et de Nietzsche. "Je n'ai jamais redouté le génie humain, me*

10. Archives BAN, φ11

*disait mon dernier interlocuteur, ni le génie brutal d'un Napoléon, ni le génie allemand imbu des grands principes de la moralité et du surhomme. Il ne veut pas admettre que cette "race supérieure, à qui sa supériorité même confère tous les droits, y compris celui de se moquer du droit" , soit battue par des nations moins privilégiées.*

*Je trouve qu'on ne peut rapprocher les principes de la "Déclaration des Droits de l'Homme" à ceux qui animent l'Allemagne d'aujourd'hui et qui constituent simplement ce que l'on a appelé l'Orgueil Ethnique. Je serais particulièrement heureux, si je n'abuse pas de votre temps si précieux, de connaître votre avis à ce sujet; il me permettrait de confondre ces germanophiles égarés.*

Ce à quoi Bergson répondit le 30 mars 1915 :

*A la doctrine allemande qui ne fait qu'ériger en système l'ambition allemande et l'orgueil allemand, nous opposons, nous, une doctrine qui est sans doute française d'origine, mais qui est, par dessus tout, humaine : nous disons que les nations, petites et grandes, sont des personnes, qu'elles ont toutes le droit de vivre, et que l'humanité, au lieu de marcher avec l'uniformité d'une mécanique, doit manifester la variété, la richesse, la spontanéité et la liberté de la vie. C'est une grande erreur que de confondre la force avec la brutalité.*

Mais les mois passant, les Empires Centraux prenaient visiblement le dessus sur le front oriental. De plus, depuis l'entrée en guerre de la Turquie en octobre 1914, ils désiraient absolument sécuriser le contact avec elle, et furent en mesure de faire à la Bulgarie d'alléchantes offres territoriales. Le tsar Ferdinand et son gouvernement, dont les sympathies penchaient depuis longtemps vers l'Allemagne, décidèrent de s'engager à ses côtés passant outre certaines réserves émises par le parlement. Le 14 octobre 1915, la Bulgarie se déclara en état de guerre avec la Serbie.

Le conflit ne s'acheva que par la capitulation bulgare le 29 juillet 1918, quinze jours après l'écroulement du front en Macédoine et la dissolution de l'armée. La guerre fut une épreuve extrêmement dure pour la population bulgare. La mobilisation de la population masculine se fit à très grande échelle : près de 40% des hommes bulgares furent enrôlés (Allemagne : 30% , France : 25% ). Le nombre des victimes militaires et civiles fut proportionnellement un des plus élevés de tous les pays engagés dans le conflit, notamment en raison de la terrible situation hygiénique et alimentaire du pays à la fin de la période.